



ظاهرة الإحترار الكوني وعلاقتها بنشاطات
الإنسان والكوارث الطبيعية

الأستاذ
حسن شاكر عزيز الكوفي

الأستاذ الدكتور
علي عبد فهد الطائي

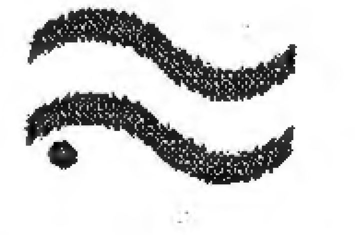
ظاهرة الإحترار الكوني وعلاقتها بنشاطات

الإنسان والكوارث الطبيعية

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2014/7/3479)

577.27
الكوفي، حسن شاكر عزيز
ظاهرة الاحترار الكوني وعلاقتها بنشاطات الإنسان والكوراث الطبيعية/ حسن شاكر عزيز الكوفي، علي عبد فهد الطائي.-عمان:مركز الكتاب الاكاديمي،2014
( )ص.
ر.إ.: 3479/ 7/ 2014
الواصفات: / الكوارث الطبيعية// الإنسان/
يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى

الطبعة الأولى 2015
ISBN978-9957-35- 105-2(ردمك)



مـركـز الكتـاب الأكاديمـي
عمّان-وسط البلد-مجمع الفحيص التجاري
ص . ب : 11732 عمّـان (1061) الأردن
تلفاكس: 96264619511+ موبايل: 962799048009+
الموقـع الإلكتروني: www.abcpub.net
A.B.Center@hotmail.com / info@abcpub.net

ظاهرة الإحترار الكوني وعلاقتها بنشاطات الإنسان والكوارث الطبيعية

الأستاذ

حسن شاكر عزيز الكوفي

الأستاذ الدكتور

علي عبد فهد الطائي



الإهداء

الى العراق بلد الحضارات ارضاً وشعباً

إلى أرواح امي وابي الذان فارقاني وانا أكتب رسالتي هذه ....

إلى روح أخي الشهيد محمد شاكر عزيز الكوفي معلمي ومثلي الأعلى ......

إلى زوجتي ورفيقة دربي نضال واولادي زينة ومحمد

إلى شقيقاتي واشقائي وفاطمة ووسام وهمسة

إلى كل أصدقائي الطيبين

إلى كل من مروا في حياتي وتركوا أثراً طيباً

أهدي هذا النتاج المتواضع عربون شكر وامتنان وعرفان بالجميل

حسن الكوفي

مقدمـــة

تعد ظاهرة الإحـتـرار الكـوني (Global warming) مـن أكثـر الظـواهر إثـارة للجدل بين أوساط العلماء والباحثين والمهـتمين بالبيئـة وعامـة النـاس وتعـدى هـذا الإهتمام أوساطاً أخرى حتى وصـل الى الهيئـات الحكومية وغيرالحكومية وكـذلك الهيئات الدولية. يعود السبب في ذلك الى التاثيرات الخطيرة والمـدمرة لهـذه الظـاهرة على كل من الأنسان وعناصر البيئة. لوحظ في الفترة الأخيرة إهتماماً متزايداً من قبل وسائل الإعلام المرئية والمسموعة والمقروئة بمظاهر التغير المناخي (Climate change) بإعتبارها قضية تشغل حيزاً كبيراً من إهتمامات الراي العام. وكـان مـؤتمر ستوكهولم للبيئة عام 1972 أول مؤتمر دولي نـاقش هـذا الموضـوع وتم مـن خلالـه الإشـارة الى ضرورة دراسة هذه الظاهرة وإيجاد المعالجات والحلول اللازمة لوقفهـا. فيمـا توالـت بعد ذلك المؤتمرات والندوات العلمية التي ركزت وبشكل كبير على موضوعتين همـا التلوث البيئي وتاثيراته على الإنسان والبيئة والتغير المناخي باعتباره ناتج عن عوامـل عديدة منها ظاهرة الإحتباس الحـراري (Greenhouse effect) وتاثيراتـه في الإنسـان والحياة على الكرة الأرضية.

أدت نشاطات الإنسان خلال الثورة العلميـة والصـناعية الـتي شـهدتها أوربـا وأميركا ودول أخرى خلال القـرون السـتة الماضـية الى إطـلاق تراكيـز متزايـدة مـن غازات الإحتباس الحراري والملوثات (اكاسيد الكربـون والنـايتروجين وغـاز الميثـان ومركبات الكلورو فلورو كاربون) نتيجـة الحاجـة لحـرق الوقـود الحجـري والفحـم الحجري والغاز الطبيعي لإنتاج الطاقة المستخدمة في إدارة عمليات الإنتاج الصـناعي والزراعي. فضلاً عن الزيادة الكبيرة والمتسارعة في نمو سكان الكرة الارضية والقطـع المتزايد لأشجار الغابات الإستوائية الذي ساهم في إرتفـاع معـدلات تراكيـز غـازات الإحتباس الحراري في الغلاف الجوي عن معدلاتها السابقة المتوازنة.

لاحظ العلماء وجود علاقة واضحة بين زيادة تراكيز الغازات المسببة لظـاهرة الإحتباس الحراري في الغلاف الجوي والتغير المناخي في إرتفاع درجة حرارة الأرض وما يصاحبها من متغيرات مناخية مؤثرة في المحيط الحيوي بكل مكوناته. يتمثل التغير

المناخي بإرتفاع درجة حرارة الجو والتغير الحاصل في اوقات فصول السنة وإزاحة الأقاليم المناخية وزيادة حرارة وحموضة البحار والمحيطات وإرتفاع مستويات سطوحها نتيجة ذوبان الجبال الثلجية وثلوج القطبين الشمالي والجنوبي والفيضانات والجفاف والعواصف والأعاصير وإنقراض أنواع من الحيوانات والنباتات وإنتقال الأمراض. قد تمتد هذه التأثيرات الى مساحات واسعة وتؤدي الى إنتشار اللاجئين البيئيين وبروز خطورة الحروب والصراعات التي يمكن ان تحدث بين الدول نتيجة نقص المياه العذبة والمشاكل الإقتصادية.

الأهداف:

1. إستعراض حجم الكوارث الطبيعية التي يسببها الإحترار الكوني.
2. تحديد دور النشاطات الإنسانية في إطلاق غازات الإحتباس الحراري وفي تلويث الغلاف الجوي.
3. المناقشة الموضوعية لأسباب التغير المناخي ودور النشاط الإنساني من جهة ودور التغايرات في شدة الإشعة الشمسية ومدار الأرض من جهة أخرى في ظاهرة الإحترار الكوني.

الفرضيات:

1. الكوارث المناخية ناتجة عن ظاهرة الإحترار الكوني.
2. غازات الإحتباس الحراري التي أطلقها الإنسان هي المسؤولة عن الإحترار الكوني.
3. نشاطات الإنسان هي المسبب الرئيسي للتراكيز المتزايدة لغازات الإحتباس الحراري خصوصاً ثنائي أوكسيد الكربون.



الفصل الاول

ظاهرة الإحترار الكوني

المبحث الأول

مفاهيم عامة عن الغلاف الجوي والمناخ والتغير المناخي.

الغلاف الجوي:

يحيط الأرض غلاف عظيم من الهواء يطلق عليه الغلاف الجوي او الغازي (Atmosphere). يتكون الغلاف الجوي القريب من الأرض من النيتروجين بنسبة 78٪ والأوكسجين بنسبة 21٪ وغازات أخرى مثل الأركون وثاني أوكسيد الكربون وبخار الماء والميثان والأوزون وغيرها بنسبة 1٪؛ ويكون ثاني أوكسيد الكربون بنسبة 0.038٪ (Bauer, 2005). من المعروف ان غازي النيتروجين والاوكسجين لا يؤثران في ظاهرة الإحتباس الحراري لانهما لا يمتصان الاشعة الحرارية المنبعثة من الأرض والمنطلقة باتجاه الفضاء الخارجي. بينما تلعب بقية الغازات الموجودة في الهواء مثل بخار الماء وثاني أوكسيد الكربون و الميثان وغيرها دوراً كبيراً واساسياً في هذه الظاهرة (موسى، 1996).

الغلاف الغازي هو ذلك الخليط الشفاف من الغازات التي تحيط بالأرض بشكل كامل وتفصلها عن الفضاء الكوني ويمتد حتى عشرة ألاف كيلو متر ارتفاعاً. تكون كثافة الغلاف الجوي في طبقة التروبوسفير (Troposphere) القريبة من سطح الأرض الأعلى وتنخفض الكثافة كلما إرتفعنا نحو الطبقات العليا من الغلاف الجوي. تقدر كتلة الهواء بحدود 5.14×10^{21} غرام بينما يقدر وزن عمود الهواء على سطح مساحته واحد سنتيميتر مربع حوالي 1000 غرام (كيلو غرام واحد). يوجد 99.99٪ من كتلة الهواء تحت إرتفاع 50 كم فوق مستوى سطح البحر. يتكون الهواء النقي والخالي من الشوائب من مجموعة من الغازات موضحة في جدول 1 (موسى، 1996).

جدول 1. تركيبة الهواء الغازية والنسب المئوية حجماً و الوزن الجزيئي (موسى، 1996).

المكونات الغازية	الرمز	الوزن الجزيئي	الحجم (٪)
نيتروجين	N_2	28.02	78.08
أوكسجين	O_2	32.00	20.94
ارغون	Ar	39.88	0.93
ثاني اوكسيد الكربون	CO_2	44.00	0.03 متغير جدا
نيون	Ne	20.18	0.0018
هليوم	He	4.00	0.0005
أوزون	O_3	48.00	0.00002
هايدروجين	H_2	2.02	0.00005
كريبتون	Kr	83.80	0.0001
زينون	Xe	131.30	غاز نادر
ميثان	CH_4	16.00	غاز نادر
أوكسيد النيتروز	N_2O	72.04	0.00005

يحتوي الهواء على كمية من بخار الماء تختلف نسبتها من مكان لاخر ومن وقت لاخر في نفس المكان وتقدر ضمن 0.05 – 4٪. وتوجد النسبة العظمى من بخار الماء تحت ارتفاع 15 كم من الغلاف الجوي. كما ويحتوي الهواء على غاز الأوزون O_3 الذي تتركز نسبة عالية منه في طبقة الستراتوسفير (Stratosphere) على ارتفاع 15-35 كم فوق مستوى سطح البحر. ولايخلو الهواء من غازات نادرة مثل الهليوم والكسينون والكربتون والميثان وكمية من الغبار والدقائق الصلبة والعالقة الأيروسول (Aerosols) (موسى، 1996).

يعد الغلاف الجوي وبكل مكوناته الغازية الأنفة الذكر نظاماً حرارياً ضخماً يستمد طاقته المحركة من الأشعة الشمسية الحرارية الواصلة الى الأرض مروراً بالغلاف

الجوي. توزع كل من المحيطات والغلاف الجوي الحرارة الشمسية الساقطة على الأرض في النظام المناخي للأرض. يؤدي الإختلاف في شدة الاشعة الشمسية الحرارية الواصلة الى الارض إلى إختلاف في درجة الحرارة والضغط الجوي وينجم عنه تيارات هوائية تنقل الحرارة والرطوبة (بخار الماء والغيوم) من مكان الى اخر داخل الغلاف الجوي مما يؤدي الى التباينات في حالات الطقس والمناخ في المناطق المختلفة من الأرض (Rahmstorf, 2007).

يتكون الغلاف الجوي من مجموعة من الطبقات الهوائية إعتماداً على تركيز الغازات ونوعيتها وكثافة وضغط الهواء والوزن الجزيئي للذرات والجزيئات ودرجة حرارة الهواء. يقسم الغلاف الجوي الى الطبقات الآتية (المقدادي، 2006).

1. **طبقة التروبوسفير** Troposphere

تمثل الطبقة السفلى من الغلاف الجوي ويكون سمكها 8 كم فوق القطبين و16 كم عند خط الإستواء ويزداد هذا السمك وتقل كثافة الهواء فيها عند فصل الصيف بسبب تمدد جزيئات وذرات الغازات وزيادة المسافة التي تفصل بينها بفعل زيادة درجة الحرارة. تحتوي طبقة التروبوسفير تقريباً كامل حجم وكمية بخار الماء الموجودة في الغلاف الجوي وعلى 75٪ من كتلةالهواء وتكون كثافة الهواء في جزئها الأسفل الأعلى بين طبقات الهواء (صالح، 2007). وبسبب قربها من سطح الارض ومن مصادر التلوث فان نسبة عالية جداً تقدر بحدود 99٪ من الملوثات تتركز بها. تنخفض درجة الحرارة في هذه الطبقة كلما ارتفعنا بمعدك 6.5° م/ كم وتنخفض درجة الحرارة في نهايتها الى حوالي - 55° تحت الصفر.

2. **طبقة الستراتوسفير** Stratosphere (**طبقه الاوزون**)

تمتد من نهاية طبقة التروبوسفير والى ارتفاع 55 كم فوق مستوى سطح البحر، وهي طبقة إنتقالية ترتفع فيها درجة الحرارة حتى تصل الى درجة الصفر المئوي في مستوياتها العليا. تحتوي طبقة الستراتوسفير على معظم كمية غاز الأوزون (90٪) الذي يحمي كوكب الأرض من تاثيرت الاشعة فوق البنفسجية الضارة ويبلغ اقصى كثافة له عند ارتفاع 22 كم فوق مستوى سطح البحر (إسماعيل، 2006) تصل

الملوثات الهوائية الخفيفة المتصاعدة من طبقة التروبوسفير الى الجزء الأسفل من هذه الطبقة، كما ويلوث الطيران المدني والحربي هذه الطبقة بالمخلفات الغازية وبكميات من بخار الماء نراها على شكل خطوط بيضاء متكثفة.

3. **طبقه الميزوسفير** Mesosphere

تقع هذه الطبقة بين طبقة الستراتوسفير وطبقة الثرموسفير وتصل إلى إرتفاع يقارب 80 كم فوق مستوى سطح البحروبسمك مقداره 25كم. تتكون عادةً من غازات خفيفة وزنها الجزيئي قليل مثل غازي الهليوم والهيدروجين. وهي طبقة متخلخلة تكون كثافة الهواء بها قليلة وتنخفض بها درجة الحرارة حتى تصل الى درجه 90 تحت الصفرالمئوي في الجزء الأعلى منها.

4. **طبقة الثرموسفير** Thermosphere

تعرف طبقة الثرموسفير باسم الطبقة الحرارية او الطبقة المتاينة (Ionosphere) ويصل ارتفاعها الى 1000 كم فوق مستوى سطح البحر. تحتوي على الاوكسجين الذري والاوكسجين والنيتروجين والهليوم وهي طبقة متاينة ومشحونة كهربائياً بسبب تصادم الجزيئات والذرات مع الأشعة الشمسية عالية الطاقة وهذا ما يجعل درجه الحرارة في هذه الطبقة مرتفعة وتقل بها كثافة الهواء كلما إرتفعنا نحو الاعلى.

المناخ والتغير المناخي:

يمثل الغلاف الجوي الغازي نظاماً حرارياً حركياً ثيرموديناميكي (Thermodynamic)، تنتقل فيه الطاقة الحرارية عبر حركة الهواء والرياح من مكان الى آخر داخل هذا النظام وتؤدي الى تغيرات مناخية بعضها قصير الامد وتسمى بالطقس وبعضها طويلة الامد وتسمى بالمناخ. ويعرف الطقس بانه "حالة الغلاف الجوي (درجة الحرارة والأمطار والضغط الجوي والرياح ... الخ) في مكان ما خلال فترة وجيزة من الزمن تتراوح بين الساعة الواحدة الى عدة شهور"، وقد يتغير الطقس بين ساعة واخرى او من يوم الى آخر او من فصل الى فصل آخر في نفس المكان. ويعرف المناخ بانه "حالة نظام الغلاف الجوي في مكان ما خلال فترة طويلة من الزمن

تقدر بعدة عقود من السنين". وتعد حالات المناخ محصلة وتراكم لحالات الطقس قصيرة الامد. ان حالة المناخ هي حالة شمولية للنظام الثيرموديناميكي للغلاف الجوي تجري خلال فترة طويلة من الزمن في مكان معين وقد تشمل منطقة معينة ودولة معينة واقليم مناخي وقارة او حتى الكرة الارضية باكملها. اما النظام المناخي فهو "الحالة الناتجة عن تفاعل مجموعة من الانظمة المترابطة والتي تمثل الغلاف الجوي والمحيطات والبحار والبحيرات والانهار والاجزاء اليابسة من الارض (القارات) بعضها مع البعض الاخر مما يؤثر على النظم البيئية والطبيعية الموجودة على سطح كوكب الارض. واذا كان الغلاف الجوي (Atmosphere) يمثل نظاماً مناخياً تنتقل فيه الحرارة والرياح والامطار من مكان الى اخر وتؤثر في الانظمة الاخرى فان الغلاف المائي (Hydrosphere) والذي يتكون من المحيطات والبحار والبحيرات والانهار وجليد القطبين يمثل نظاماً مؤثراً في المناخ. اذ يقوم هذا النظام بتزويد الغلاف الجوي بالرطوبة (بخار الماء) ويعتبر عامل اساسي في تلطيف (خفض) درجة حرارة الأرض من خلال قوة امتصاصه العالية للاشعة الشمسية الحرارية ونفاذيته العالية لها. كما ويمتص الغلاف المائي ما نسبته 25٪ من تركيزات غاز ثاني اوكسيد الكربون المنطلقة الى الغلاف الغازي. اما الاجزاء اليابسة من كوكب الارض فتتكون من الجبال والوديان والصحارى والسهول والهضاب وتحتوي على مجموعة من الانظمة الطبيعية والحيوية (Biosphere) والبشرية (Anthropologicalsphere) والجليدية (Cryosphere) (Latif, 2006).

ترتبط هذه الانظمة المعقدة ومكوناتها مع بعضها البعض بواسطة عملية جريان الطاقة الحرارية فيما بينها وتكون وحدة متفاعلة تحدد نوعية المناخ وتغيراته وتؤثر به.

العوامل المؤثرة في المناخ

هناك مجموعة من العوامل تؤثر وتتحكم بنوعية المناخ والطقس ولها يعود كل تغيير يحصل على المناخ سواءا كان محلياً او اقليمياً او قارياً.

1. **الاشعاعات الشمسية الحرارية الواصلة الى الارض**

تعد الشمس أهم العوامل المؤثرة في المناخ وذلك لانها مصدر الطاقة الرئيسي الذي يزود الارض بالحرارة والطاقة اللازمة لاستمرار الحياة ولولا الطاقة الشمسية لتحولت الارض الى كوكب بارد ذي درجة حرارة منخفضة وإنعدمت سبل الحياة فيه. تدور الأرض في فضاء منخفض الحرارة ذي درجة حرارة بحوالي 70 درجة مئوية تحت الصفر (صالح، 2007). ان الشكل الدائري للارض ودورانها حول الشمس يجعل اجزائها تتلقى مقادير متباينة من الاشعة الشمسية الحرارية. إذ تسقط اشعه الشمس بشكل عمودي او شبه عمودي على المناطق الاستوائية والمدارية للارض وبذلك تكون هذه المناطق اكثر تعرضاً لاشعة الشمس وحرارتها من المناطق الشمالية والجنوبية والقطبين الشمالي والجنوبي للارض حيث تسقط الاشعة الشمسية عليها بشكل مائل دائماً. وتنخفض نسبة الاشعة الشمسية الساقطة على مناطق خطوط العرض الشمالية والجنوبية ومنطقة القطبين بنسبة 80٪ مقارنة بالنسبة نفسها من الاشعة الساقطة على المناطق الاستوائية. تفسر هذه الاختلافات التباين الكبير بين مناخ المناطق القطبية من جهة والمناطق الاستوائية من جهة اخرى في معدلات درجة الحرارة. وبسبب التباين الشاسع في كمية وشدة الاشعة الواصلة الى بعض المناطق من الارض نلاحظ تبايناً واضحاً في كمية الامطار والثلوج الساقطة وسرعة الرياح والضغط الجوي والتشمس والاضاءة واختلاف اطوال الليل والنهار ودرجة حرارة الرياح والمياه. شهد القرن الماضي إرتفاعاً في النشاط الشمسي بلغ حوالي 0.35 واط للمتر المربع الواحد (Lean, 1995). هذا الإرتفاع في النشاط الشمسي لا يمكن له أن يفسر الإرتفاع الذي حصل في درجة حرارة كوكب الأرض ويبقى العامل البشري هو المسبب الأساسي في هذا الإرتفاع (Foulak, 2004).

2. طبيعة السطوح والوانها ومعامل الإنعكاس (البيدو Albedo)

تؤثر طبيعة السطوح والاجسام (ملساء او خشنة) والوانها (فاتحة او داكنة) في عكس الأشعة الشمسية الحرارية وإمتصاصها. إذ تقوم السطوح البيضاء وفاتحة اللون والملساء مثل الجليد والرمل بعكس كميات أكبر من الأشعة الشمسية بينما تقوم السطوح الخشنة والمتعرجة وداكنة اللون بإمتصاص او تشتيت هذه الأشعة بنسب اكبر

عن المتوسط، ويكون معامل الإنعكاس للبقع فاتحة اللون والملساء عالياً بينما يكون منخفضاً للبقع الداكنة والخشنة (جدول 2). لذلك تقوم البقع الجليدية في القطبين الشمالي والجنوبي وفي جزيرة ايسلاند بعكس كميات كبيرة من الأشعة الشمسية وبذلك تقوم بتخفيض درجة حرارة الارض وغلافها الغازي بينما تقوم الغابات مثلا بامتصاص كميات كبيرة من الأشعة الشمسية وبذلك ترفع من درجة حرارة الارض (Notz, 2007). ويعتمد معامل الإنعكاس (انعكاس الاشعة الشمسية وعودتها للفضاء الخارجي) لكوكب الارض على عدة عوامل اهمها ارتفاع عدد السكان وزياده حجم المباني والتعمير وحجم البقع الجليدية الموجودة على سطح الارض وكمية الاراضي المزروعة واخيراً لون الطبقة السطحية للارض. وتبلغ نسبة معامل الإنعكاس للارض حالياً 3٪ بالاعتماد على العوامل المذكورة انفا (عابد، 2002).

من جانب اخر يلعب المكان وكيفية سقوط الأشعة (مائلة او عمودية) دوراً مهماً في ظاهرة البيدو. من الملاحظ ان اللأشعة الشمسية تسقط بشكل مائل على الأجزاء الشمالية والجنوبية من الأرض وبشكل خاص القطبين الشمالي والجنوبي وتنعكس بنفس زاوية السقوط ناهيك عن لون الثلج والجليد الذي يعكس بدوره كميات أكبر من الأشعة.

يكون سقوط الأشعة الشمسية بشكل عمودي أو شبه عمودي في المناطق الإستوائية والمدارية مما يسمح بامتصاص أكبر للاشعة يضاف الى ذلك إن هذه المناطق تكون داكنة اللون أكثر من القطبين (منطقة بيضاء ثلجية) وهذا ما يتيح نسبة إمتصاص أكبر للأشعة الشمسية مما هو عليه في الأجزاء الشمالية والجنوبية للأرض. وهنا تجدر الإشارة ألى ان كروية الارض ودورانها حول الشمس يجعل الأشعة الشمسية الحرارية تصل إلى المناطق الإستوائية في وقت اقل مما هو عليه في المناطق القطبية وذلك لان المسافة بين خط الاستواء والشمس تكون أقصر وهذا ما يفسر سقوط الأشعة بشكل عمودي او شبه عمودي على هذه المناطق . تفقد الأشعة الشمسية اثناء مرورها في الفضاء الخارجي جزءاً من الحرارة والطاقة لذلك نرى ان الأشعة الساقطة على القطبين تكون حرارتها وطاقتها أقل من مثيلاتها ألتي تسقط

على المناطق الإستوائية وهذا ما يفسر إرتفاع درجة الحرارة في المناطق الإستوائية عن المناطق القطبية.

جدول 2. معامل الإنعكاس (البيدو) لبعض السطوح والمواد (الصطوف، 2006)

السطح العاكس للأشعة الشمسية	معامل الإنعكاس (الألبيدو) (٪)
ثلج حديث السقوط	90 - 80
جليد	70 - 50
قمم الغيوم	75
مسطحات مائية	60 - 52
سطح الأرض	85 - 80
اراضي رملية	30
رمل جاف	18
اراضي زراعية مفلوحة	20
سطح مغطى بالحشائش	25 - 20
غابات	10 - 3

يبين الجدول السابق تباين معدلات إنكسار الأشعة الشمسية الساقطة على كوكب الأرض لمختلف المواد في الطبيعة. حيث يلعب معامل الإنكسار دوراً مؤثراً في في إرتفاع او انخفاض درجة حرارة الأرض.

3. المسطحات المائية (المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار)

تلعب المسطحات المائية دوراً مهماً ومؤثراً في مناخ الأرض وهي تغطي حوالي 71٪ من مساحة سطح الكرة الأرضية وتتفاعل بشكل مباشر مع الغلاف الجوي (71٪ من الغلاف الجوي يقع فوق هذه المسطحات المائية). يؤدي إرتفاع درجة حرارة المسطحات المائية الى زيادة سرعة الكتل والتيارات الهوائية والرياح كما يزيد من سرعة تبخر الماء مما يرفع نسبة بخار الماء في الغلاف الجوي والذي يؤدي بدوره لزيادة تساقط الأمطار على سطح الكرة الأرضية وخصوصاً في المناطق القريبة من المحيطات والبحار. وبسبب المساحات الشاسعة للمسطحات المائية فانها تمثل خزانات عظيمة للطاقة الشمسية الحرارية وذلك لقدرتها الفائقة على إمتصاص الاشعة الشمسية بسبب نفاذيتها العالية للأشعة. تؤدي عملية الإمتصاص الزائد للطاقة الحرارية الشمسية الى رفع الطاقة الحركية لجزيئات الماء مما يؤدي الى تسريع عمليات التبخر وهذا بدوره يرفع نسبة تساقط الأمطار. كما تقوم هذه المسطحات المائية بتحرير واشعاع الطاقة الحرارية المخزونة لديها الى الغلاف الخارجي للأرض مما يساعد على رفع درجة حرارة الغلاف الجوي. تعد المحيطات والبحار مصدر للمنخفضات الجوية والعديد من الحالات الجوية المتطرفة مثل العواصف والأعاصير (مثل التسونامي وكاترينا والنينو). تقوم التيارات المائية بنقل الحرارة وتبادلها بين البقع الجغرافية للأرض وتؤثر بشكل كبير على المناطق الساحلية. وتلعب المسطحات المائية دوراً مهماً في تقليل تراكيز غاز ثناني اوكسيد الكربون في الغلاف الجوي. اذ تعد هذه المسطحات مغاطس طبيعية لهذا الغاز المسبب لظاهرة الإحتباس الحراري ولها القدرة على إمتصاص ما نسبته 25٪ من تركيزات هذا الغاز المنبعثة للغلاف الجوي. تساهم المسطحات المائية بدور مهم واساسي في تكوين مناخ الأرض كما وتلعب نفس الدور في التغيير المناخي لكوكب الأرض سواءاً كان هذا الدور سلبياً او ايجابياً (Vohland, 2008).

4. **المرتفعات (الجبال والهضاب)**

تمتاز المرتفعات الجبلية بلطافة مناخها لانها ترتفع كثيراً عن مستويات سطح البحر ومعروف انه كلما إرتفعنا عن مستوى سطح البحر إنخفضت درجه الحرارة والضغط الجوي. في الوقت نفسه كلما إقتربنا من قمم الجبال العالية كلما إقتربت درجه الحرارة الى الصفر المئوي او انخفضت عن هذا المعدل. ينخفض الضغط الجوي كلما إرتفعنا وذلك لان طبقات الهواء وضغطها على اجسامنا تقل. وتعد الجبال بمثابة مصدات للتيارات الهوائية المنطلقة من المحيطات والبحار وهذا ما يساعد على هطول الأمطار والتقليل من تاثيرات هذه التيارات الهوائية على المناطق الداخلية والقارية. وتسود الأراضي الرطبة وشبه الرطبة في المناطق الجبلية المواجهة للمسطحات المائية بينما تسود المناطق المعاكسة للجبال والمناطق الداخلية المناخ شبه الجاف والصحراوي. كثيراً ما يغطي قمم المناطق المرتفعة (بشكل خاص جبال الهملايا والالب وقنديل..... الخ) الثلوج وهذا ما يساعد على خفض درجه الحرارة في الجبال والمناطق القريبة منها فيعتدل المناخ هناك.

5- **التغير المناخي**

يمكن تعريف التغير المناخي بانه اي تغيير او إخلال طويل الأمد يحصل في حالة المناخ نتيجة للتغير الحاصل في توازن الطاقة وسريانها ويكون مؤثراً في النظم البيئية والطبيعية. ويشير التغير المناخي ايضا الى التغير المستمر في مناخ الكرة الأرضية ناتج عن اسباب كونية او طبيعية او بشرية يؤثر سلباً على المحيط الحيوي ويؤدي لوقوع كوارث طبيعية مدمرة.

تختلف التفسيرات حيال كيفية حصول التغيرات المناخية وهناك ثلاث تفسيرات لذلك (Rahmstorf, 2006).

1. **تغيرات مناخية ناتجة عن ظواهر كونية:**

يركز اصحاب هذه النظرية على ان شدة الأشعة الشمسية الواصلة إلى الأرض وغلافها الجوي تتاثر بالتغير الحاصل في مدار دوران الأرض حول الشمس فحينما

تقترب الأرض من الشمس اثناء تغيير دورانها تشتد قوة الأشعة الشمسية فتزداد درجة حرارة الأرض بينما تنخفض درجة حرارة الأرض حينما تبتعد الأرض اثناء دورانها عن الشمس. كما أن اي زيادة في شدة وكمية الإشعاعات الواصلة الى كوكب الارض والناتجة عن تغير في الإنفجارات النووية للشمس يؤدي بالتاكيد الى إرتفاع درجة حرارة الأرض وغلافها الغازي.

نظرية ميلانكوفيتش (1879– 1958)

ميلوتين يانكوفيتش هو عالم صربي حاول من خلال كتبه وابحاثه إثبات العلاقة بين الأشعة الشمسية الساقطة على كوكب الأرض والعصور الجليدية التي مرت بها الأرض. تشير نظريته إلى أن الارض كوكب دائري غير منتظم الشكل تحتوي تضاريسه الخارجية على نتوءات وتعرجات كالجبال والهضاب والوديان والمنخفضات وهي ليست متساوية القطر كما في حالة الكرة المنتظمة الملساء. تتأثر حركة الأرض في مدارها حول الشمس بالتغير الطفيف في محور دورانها مما يعيق محور الأرض في الدوران المنتظم في المدار حول الشمس. وتغير مدارها من كروي او شبه بيضوي الى يضوي فتبتعد حيناً عن الشمس وتقترب حيناً وتحصل هذه العملية مره واحده كل حوالي مائة ألف سنة. يؤدي إبتعاد كوكب الأرض اثناء دورانها عن الشمس حسب نظرية ميلانكوفيتش إلى مرور الأرض بعصر جليدي اما إذا عادت الأرض اثناء دورانها حول الشمس الى مدارها الطبيعي حينها ستعود الأرض الى مناخها الطبيعي السابق.

تركز نظرية ميلانكوفيتش على ان الإنحراف او الإختلاف في مدار دوران الأرض حول الشمس يؤدي الى تغيير في كمية وشدة الإشعاعات الكونية او الشمسية الواصلة للأرض عبر غلافها الجوي مما يؤدي الى تغيرات مناخية منطقية او قارية او عالمية. تكون هذه النظرية مناسبة لتفسير مرور كوكب الارض بعصور جليدية كل مئة الف عام تقريباً لكنها لا تستطيع ان تفسر الإرتفاع الكبير والمفاجيء لدرجة حراره كوكب الارض وغلافه الغازي بعد الثورة الصناعية والذي ترافق مع زيادة ملحوظة في تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي للأرض. إن العصور الجليدية وما

صاحبها من إنخفاض في درجة حرارة كوكب الارض وزحف الثلوج الى مناطق لم تكن قبل هذا التاريخ مغطاة بالثلوج يعتبر تغيراً مناخياً واضحاً وهذا ما يؤكد صحة نظرية ميلانكوفيتش على الأخص فيما يخص التغير المناخي الناتج عن العصور الجليدية (Latif, 2006).

2. تغيرات مناخية ناتجة عن انعكاسات الاشعة الشمسية (طبيعية)

يتكون الطيف الشمسي من انواع من الأشعة الشمسية تتباين في طولها الموجي وتنتقل هذه الأشعة دون الحاجة الى وسط مادي في شكل موجات كهرومغناطيسية بعضها قصير الموجة والأخر طويل الموجة. يقوم الإشعاع الشمسي الساقط على الأرض بنقل الطاقة الحرارية والضوء من الشمس باعتبارها مصدر الطاقة الأساسي في الكون الى الأرض. وتصنف الأشعة الشمسية المكونة للطيف الشمسي على الأشكال التالية:

أ. الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet

الأشعة فوق البنفسجية هي اشعة غير مرئية قصيرة الموجة طول موجاتها يقع بين 0.2 و 0.4 مايكرومتر وتمثل حوالي 9٪ من مجموع الاشعة الشمسية الواصلة الى الغلاف الجوي (صالح، 2007). يصل منها الى سطح الارض 2٪ فقط بسبب دور غاز الأوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير في حجز هذه الاشعاعات. لهذا تعد طبقة الأوزون درع الأرض الواقي من أثارها المدمرة كما ويعيق بخار الماء والدقائق الصلبة كالغبار وصول جزء من هذه الأشعة للأرض. وللأشعة فوق البنفسجية أهمية حيوية للانسان والحيوان لدورها في تشكيل مادتي الهيستامين Histamine والميلانين Melanine اللتان تكسبان الجسم مناعة ضد التاثيرات الضارة للأشعة الشمسية. كما وتقوم هذه الأشعة بتثبيت فيتامين D الضروري لتكلس العظام وحمايتها من مرض الكساح.

اما التعرض الطويل للأشعة فوق البنفسجية وخصوصاً في المناطق التي تقع تحت ثقب الأوزون او التي تكون طبقة الأوزون فوقها رقيقة فانه يؤدي الى الإصابة

بمرض سرطان الجلد ويساعد على حصول تغيرات في كروسومات الخلايا المولدة مما يؤدي لحدوث الطفرات الوراثية (الصطوف، 2006).

ب. الأشعة المرئية (الضوئية) Sunlight ray

الأشعة المرئية هي من الاشعة القصيرة- المتوسطة، يتراوح طول موجاتها بين 0.4-0.9 مايكرومتر وتمثل 41٪ من مجموع الأشعة الشمسية الواصلة الى سطح الأرض. وتتكون هذه الأشعة من ألوان مختلفة هي: البنفسجي والأزرق والأخضر والأصفر والأحمر وتكون بمجموعها اللون المرئي وهي المسؤلة عن ظهور ضوء النهار. يمكن رؤية مكونات الضوء المرئي عند تحليل الضوء بواسطة موشور زجاجي ويمكن تمييزها عند تكسر أشعة الشمس اثناء مرورها بجزيئات الماء الموجوده في السحب على شكل قوس قزح (Rainbow). تولد الأشعة المرئية طاقة حرارية عند سقوطها على الأنسجة الحيوية والأجسام المختلفة.

ج. الأشعة تحت الحمراء Infrared ray

الأشعة تحت الحمراء هي اشعة حرارية، غير مرئية، طويلة الموجات يتراوح طول موجاتها 0.75-4 مايكرومتر وتؤلف حوالي 50٪ من مجموع الاشعة الشمسية الواصلة إلى الغلاف الجوي لكوكب الأرض. تكمن اهمية الاشعة تحت الحمراء في تامين الطاقة الحرارية الضرورية للحياة على الأرض وبدون هذه الطاقة الحرارية لاصبحت الأرض كوكباً بارداً لا يمكن العيش فيه (صالح، 2007). تعتمد الكائنات الحية نباتية كانت ام حيوانية على الأشعة تحت الحمراء بالحصول على الطاقة اللازمة لقيامها بالفعاليات الحيوية والكيميائية كما وتزودها بالطاقة اللازمة لمقاومة تقلبات المناخ وغيرها من الظواهر الطبيعية (الصطوف، 2006).

هناك مجموعة من العوامل تؤثر في شدت الاشعاعات الشمسية الساقطة على الأرض وتؤدي الى التباين في تاثير هذه الأشعة على الوسط او الجسم الذي تسقط عليه. اذ تعتمد شدة الإشعاعات الشمسية على الكيفية التي تنتقل بها هذه الإشعاعات عبر الأوساط المختلفة (غاز أو سائل أو صّلب) وذلك لان نفاذية هذه

الأوساط تتباين حسب نوعية الوسط وتقارب ذراته او جزيئاته. تسمح الأوساط الغازية للأشعة الشمسية المرور خلالها اكثر من السوائل والسطوح الصلبة وذلك لأن ذرات وجزيئات الغاز تكون متباعدة أكثر من مثيلاتها في السوائل والمواد الصلبة كما وان هذا التباعد بين الذرات والجزيئات يقلل إحتمالات تصادم الأشعة الشمسية مع هذه الذرات. اما في حالة السوائل والمواد الصلبة حيث تتكاثف وتقترب الذرات والجزيئات من بعضها البعض مما يتيح إمكانية أكبر لتصادم الأشعة الشمسية بالذرات والجزيئات ويقلل من نفاذها خلال هذه الأوساط. كما تؤثر طبيعة السطح الخارجي للمادة (خشناً ام املساً) ولونه في إنعكاس وتشتت وامتصاص الأشعة الشمسية. إذ تقوم السطوح السوداء اللون بامتصاص كامل للأشعة الشمسية بينما تعكس السطوح فاتحة اللون نسبة عالية من الأشعة الساقطة عليها. وتمتاز الأجسام السوداء بخاصية تساوي قدرتي الإمتصاص والإشعاع للطاقة الحرارية . من جانب اخر تلعب نوعية الأشعة دوراً اساسياً في إيصال الطاقة الحرارية للمواد وذلك لان الأشعة الشمسية تختلف في اطوالها الموجية وكذلك في الطاقة الحرارية التي تحملها. ومن الواضح ايضاً ان شدة الإشعاعات الشمسية الواصلة الى الأرض تختلف باختلاف ارتفاع الشمس والوقت وطول الليل والنهار. تعادل شدة الأشعة الشمسية والطاقة الحرارية الواصلة عند خط الاستواء 2.5 ضعف الأشعة الساقطة على القطبين وهذا يعتمد على كل من المسافة التي تفصل بين الأرض والشمس عند المنطقتين (عند خط الاستواء تكون المسافة اقرب)وطريقة سقوط الأشعة الشمسية على الارض اذ تسقط عند خط الاستواء بشكل عمودي، بينما يكون سقوطها عند القطبين بشكل مائل مما يزيد المسافة بين مصدر الطاقة والأرض وهذا يؤدي الى زيادة الزمن اللازم لوصول الأشعة مما يفقدها جزءً من الطاقة الحراري ة (الصطوف، 2006).

4. تغيرات مناخية يسببها الإنسان ناتجة عن زيادة تركيزات غازات الإحتباس الحراري

- **الأسباب البشرية**

ان التزايد المستمر في استهلاك الطاقة والذي يؤدي الى ارتفاع في تركيزات غازات الاحتباس الحراري يعزيها العلماء والمهتمين الى النشاط الإنساني الذي بدأ عام 1850م.

ويعتقد العلماء ان الإنسان لعب دوراً اساسياً في تعاظم ظاهرة الإحتباس الحراري وفي التغيير الذي حصل على مناخ الكرة الأرضية خلال القرنين الماضيين.

تشير الاحصاءات الى ان عدد سكان الكرة الارضية بلغ 5300 مليون شخص عام 1990 وان عدد سكان الارض قابل للزيادة ويتوقع الخبراء ان يتعدى هذا العدد 6 مليار شخص مع بداية القرن الحادي والعشرين (جدول 3) (سفاريني، 2002).

جدول 3. تطور نمو سكان الأرض على مدى سبعة الاف سنة (سفاريني، 2002).

الزمن	عدد السكان (مليون)	زمن التضاعف (عام)
5000 قبل الميلاد	50	؟
800 قبل الميلاد	100	4200
200 قبل الميلاد	200	600
1200 بعد الميلاد	400	1400
1700 م	800	500
1900 م	1600	200
1965 م	3200	65
1990 م	5300	38
2020 م	8230 تقديراً	55

نلاحظ من جدول 3 ان عدد سكان الأرض قد إزداد خلال القرن الثامن عشر والتاسع عشر بمعدل الضعف . اما في القرن العشرين فقد تضاعف بمعدل 3.3 مرات من 1600 مليون (1.6 مليار) عام 1900 الى 5300 مليون (5.3 مليار) عام 1990م، وهذا يعني ان النمو السكاني يتطلب زيادة في معدلات الإستهلاك وبشكل خاص المواد الغذائية والملابس والأثاث المنزلي والطاقة والمياه. ان هذه الزيادة في الإستهلاك تفرز ملوثات صلبة وسائلة وغازية، ومعروف ان الإنسان كان ولايزال يعتمد بالدرجة الأساسية على الوقود الإحفوري في الحصول على الطاقة التي يحتاجها لغرض القيام بنشاطاته الحياتية المختلفة وذلك لسهولة الحصول على الوقود الإحفوري ونقله وخزنه وإستعماله. إن أوجه إستهلاك الطاقة متباينة بين مجتمع واخر ودولة واخرى وتعتمد على درجة التطور الإقتصادي والتكنولوجي والبشري. تستهلك الدول الصناعية الغربية كميات من الوقود الإحفوري تزيد كثيراً عن الدول النامية رغم قلة عدد سكانها. يعود السبب الى تطور إنتاجها الصناعي الواسع وإمتلاكها لعدد هائل من المصانع ووسائط وشبكات النقل والمواصلات. فضلاً عن ان الفرد الاوربي يستهلك من الطاقة عشرة اضعاف ما يستهلكه الفرد في بعض الدول النامية والفقيرة. كانت إنبعاثات الدول الصناعية تمثل 60٪ من الإنبعاثات العالمية عام 1970 م وانخفضت الى حوالي 49٪ حالياً والسبب يعود إلى تزايد إنبعاثات بعض الدول النامية مثل الصين والهند والبرازيل خلال العقود الأربعة الأخيرة (Santarius, 2007). ان الزيادة في عدد السكان يقود بالتاكيد الى زيادة في إستهلاك الطاقة وذلك لتعدد النشاطات التي يقوم بها الإنسان ومنها الصناعية والزراعية والمنزلية والتعدين والتنفس....الخ. تحتاج كل هذه الأنشطة الانسانية وغيرها إلى إستهلاك مصادر الطاقة وتؤدي الى تحرير غازات تلوث البيئة وتساهم في تفاقم ظاهرة الإحترار الكوني. وتتمثل أبرز اوجه النشاط الإنساني بالنقاط الآتية:

1. زيادة التصنيع وإستبدال العامل بالالة في الدول الصناعية (الإعتماد بشكل أكبر على المكائن بدل القوة العضلية للعمال).

2. إستخدام التكنيك والإنتاج الواسع في الزراعة لتلبية إحتياجات السكان الغذائية.
3. إكتشاف مواد كيميائية جديدة لم تكن معروفة من قبل مصنعة من البترول (البتروكيمياويات).
4. زيادة عدد السكان والمنازل وزيادة إستهلاك الطاقة الكهربائية فيها (غسل وكوي وطبخ وتدفئة.....الخ).
5. تضاعف عدد وسائط النقل الشخصية والعامة (طيارات وقطارات وسفن وحافلات...الخ) التي تستخدم الوقود الإحفوري.
6. تضاعف عدد سكان كوكب الارض قاد إلى زيادة في كمية المخلفات التي تتفسخ باعتبارها مواد عضوية مطلقة كميات هائلة من غازات ثاني أوكسيد الكربون وأوكسيد النتروز والميثان وغازات اخرى ملوثة للهواء تساهم في تفاقم مشكلة الإحترار الكوني.
7. الزيادة الحاصلة في النمو السكاني تقود الى زيادة في كميات غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنطلقة للجو عن طريق التنفس.
8. حاجه الإنسان المتزايدة الى الغذاء دفعته الى حرق الغابات وتحويلها إلى مراعي أو أراضي لزراعة المحاصيل مثل الذرة والحبوب والسكر والاعلاف....الخ.
9. التوسع في عمليات التعدين والبناء أدت إلى إطلاق كميات هائلة من الأتربة والغبار (الأيروسول) إلى الغلاف الجوي.

أسباب طبيعية (البراكين وحرائق الغابات)

البركان هو عبارة عن تشقق في القشرة الارضية يقذف كميات كبيرة من الحمم البركانية (الماغما) ومختلف أنواع الغازات الى الغلاف الجوي مما يؤدي الى حدوث تلوث في الهواء والماء والتربة. وتصل الإندفاعات البركانية الى طبقة التروبوسفير الهوائية وتؤثر بشكل مباشر على طبقة الأوزون (إسماعيل، 2006). تنتشر المواد البركانية في الجو لمسافات ولإرتفاعات بعيدة وتنقلها الرياح والتيارات الهوائية من

مكان الى اخر وهي تؤثر بشكل سلبي على المناخ. تطلق البراكين كميات من الرماد البركاني تقدر بالاف الأطنان بالاعتماد على شدة الإندفاعات البركانيه (0 – 8 درجة) وتصل الى طبقات الغلاف الجوي وتؤثر في شدة الأشعة الشمسية الواصلة الى الأرض وبالتالي على درجة حرارة ومناخ الأرض. تتكون الحمم البركانية من مواد صلبة منصهرة ذات درجات حرارة عالية جداً وغازات مختلفة يشكل بخار الماء النسبة الأكبر منها (جدول 4) (Lucht, 2004).

جدول 4. النسب المئوية للغازات في البراكين ورمزها الكيميائي (موسى، 1996)

الغاز	الرمزه الكيميائي	النسبة المؤية
بخار الماء	H_2O	70.75
ثاني اوكسيد الكربون	CO_2	14.07
الهيدروجين	H_2	0.33
النيتروجين	N_2	5.45
الأرغون	Ar	0.18
ثاني اوكسيد الكبريت	SO_2	6.40
ثالث اوكسيد الكبريت	SO_3	0.10
الكلور	Cl_2	0.05

تكوّن الغازات المختلفة 1 – 5٪ من الحجم الكلي للماغما البركانية وياتي على راسها كل من بخار الماء وثاني أوكسيد الكربون والنيتروجين وثاني اوكسيد الكبريت. تظهر الغازات المنطلقة والرماد المندفع من فوهة البركان على شكل غيمة نارية تبلغ درجة حرارتها 500 درجة مئوية وتتحرك باتجاه حركة الرياح والتيارات

الهوائية وتنتشر لمسافات تقدر بمئات الكيلومترات. والبراكين ظـواهر طبيعيـة تـؤثر في درجة حرارة كوكب الأرض ومناخها من خلال:

أ. إن الطاقة الحرارية الهائلـة المنطلقـة مـن الـبراكين إلى الغـلاف الجـوي وسـطح الأرض ترفع درجة حرارة الهواء والماء والتربة حيث يقوم كل من الماء والتربـة فيما بعد بإشعاع الحرارة الى الغلاف الجوي. كما وتؤدي البراكين في كـثير مـن الحالات الى نشوب حرائق في المدن والغابات مما يزيد من إنطـلاق غـاز ثنـائي أوكسيد الكربون إلى الجو.

ب. يقوم الرماد البركاني (الأيروسول) المندفع الى الغلاف الغازي بتـأثير مـزدوج حيث يمنع الأشعة الشمسية من الوصول الى الأرض ومن جانـب اخـر يحـبس الحرارة المنطلقة من الأرض الى الفضاء الخارجي.

ت. تلعب الغازات المنطلقة مع الحمم البركانيـة مثـل بخـار المـاء وثنـائي أوكسـيد والكربـون وهمـا يشـكلان النسـبة الاعظـم مـن الغـازات المكونـة للخلـيط الغازي(85٪) المنطلق من الـبراكين ولهـا دور كـبير في احتبـاس الحـرارة الـتي تشعها الأرض والمحيطات الى الغلاف الجوي وتمنعها من الوصـول الى الفضـاء الخارجي.

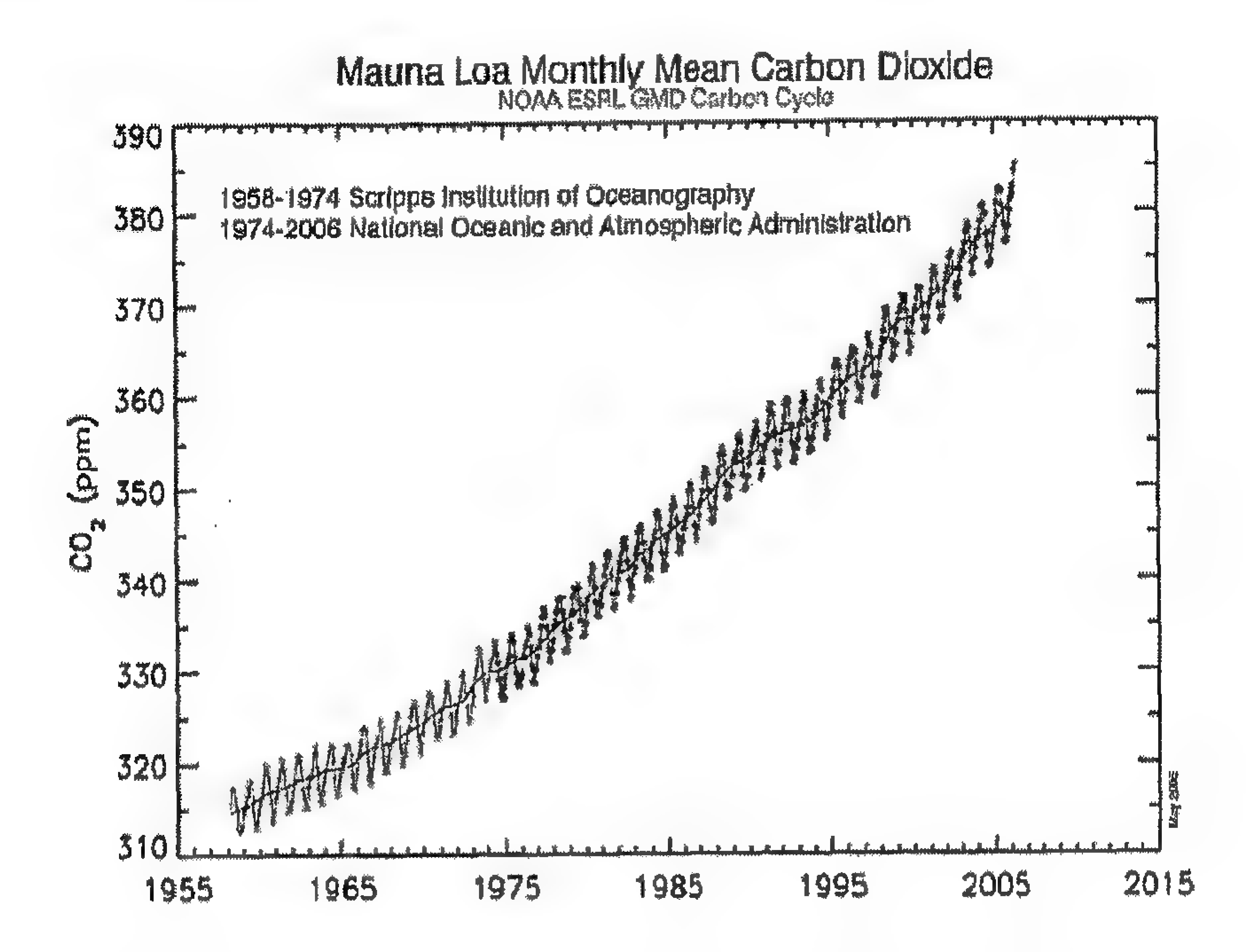
ث. تصل بعض الغازات المصاحبة للحمم البركانيـة مثـل غـازي ثنـائي أوكسـيد الكبريـت SO_2 وكبريتيـد الهيـدروجين H_2S الى طبقـة السـتراتوسـفير وتقـوم بتحطيم جزيئات غاز الاوزون O_3 الذي يلعب دور اساسـي في حمايـة كوكـب الأرض من تاثيرات الأشعة فوق البنفسجية الضارة من الوصول الى الأرض.

المبحث الثاني

غازات الإحتباس الحراري ومصادر غاز ثنائي أوكسيد الكربون.

غازات الإحتباس الحراري

من المعروف ان غازات الإحتباس الحراري وخصوصاً بخار الماء وثنائي أوكسيد الكربون وأوكسيد النتروز والميثان لهم دوراً مهماً في رفع درجة حرارة الأرض ولولاهم لكانت معدلات درجة حرارة الارض وغلافها الجوي تقل عن درجة الصفر المئوي بكثير ولانعدمت الحياة على هذا الكوكب. تلعب غازات الدفيئة دوراً مهماً في رفع درجة حرارة كوكب الأرض من 18 درجة تحت الصفر إلى خمسة عشر درجة مئوية وبذلك تساهم في في بقاء كوكب الأرض مكاناً قابلاً للحياة (Plöger, 2007). الا ان الزيادة في تركيزات هذه الغازات التي أطلقت بعد الثورة الصناعية قاد وسيقود الى ارتفاع في درجة حرارة الغلاف الجوي للارض عما كانت عليه قبل الثورة الصناعية مما يهدد بحصول كوارث طبيعية كالاعاصير والفيضانات والجفاف والحرائق. بينت القياسات الحديثة لتركيزات غازات الاحتباس الحراري بوضوح ان الانسان ومن خلال تنوع أنشطته المختلفة أخل بالتوازن الغازي لمكونات الغلاف الجوي مما أدى الى إرتفاع في نسب بعض الغازات وبشكل خاص الغازات التي تؤثر وبشكل مباشر في رفع درجة حرارة الغلاف الجوي. وكانت نتيجة زيادة إستهلاك الإنسان للطاقة أن ازدادت تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون بمعدل30٪ والميثان بمعدل 150٪ وأوكسيد النتروز بمعدل 17٪ عن معدلاتها قبل الثوره الصناعيه (جدول 5) (Latif, 2006). أثبتت القياسات التي أجريت بعد القياسات الأولى لغاز ثنائي أوكسيد الكربون التي قام بها العالم تشارلز كيلنك عام 1950 في منطقة Mauna Loa في جزيرة هاواي إلى وجود تزايد في تركيزات هذا الغاز حتى بلغت 380 جزء بالمليون (0.038٪) عام2005م تمثل هذه التركيزات لغاز ثنائي أوكسيد الكربون الأعلى منذ 700 الف عام مضت (شكل 1) (Rahmstorf, 2007).



شكل 1. إرتفاع معدلات غاز ثنائي أوكسيد الكربون بين الأعوام 1958- 2006 (Optocleane, 2009).

تتكون المركبات العضوية من عنصري الكربون والاوكسجين بشكل اساسي وان إحتراقها (تفاعلها الكيميائي مع الأوكسجين) يولد غاز ثنائي أوكسيد الكربون كناتج لعملية التفاعل. يولد حرق الوقود الإحفوري (الفحم حجري والنفط والغاز الطبيعي) غاز ثنائي أوكسيد الكربون الذي يتصاعد الى الغلاف الجوي. يقوم الغطاء النباتي بالإستفادة من ربع كمية هذا الغاز في عملية التركيب الضوئي بينما تقوم المحيطات والبحار بامتصاص نفس الكمية من هذا الغاز المنطلقة للغلاف الجوي. وهذا يعني ان نصف كمية غاز ثاني اوكسيد الكربون تبقى في الغلاف الجوي للارض مما يزيد من تركيزات هذا الغاز وهذا هو سبب التغير الذي طرأ على مناخ الأرض بعد الثورة الصناعية.

جدول 5. تراكيز الغازات المسببة للإحتباس الحراري (Latif, 2006).

الغاز	قبل الثوره الصناعيه	التركيز عام 1998	نسبه التغير بالتركيز لكل عام	مده البقاء في الغلاف الجوي لكل عام
رابع فلوريد الميثان	40 ppt+	80 ppt	1.0 ppt	50000
الفريون FCKW	0	268 ppt	- 1.4 ppt	45
أوكسيد النتروز	270 ppb ++	314 ppb	0.8 pp	114
الميثان	700 ppb	1745 ppb	7.5 ppb	12
ثاني أوكسيد الكربون	280 ppm+++	365 ppm	1.5 ppm	5-200

+ ppt = جزء بالترليون.

++ ppb = جزء بالبليون.

+++ ppt = جزء بالمليون.

تمكن هانز سويس Hanz Swiss في خمسينيات القرن الماضي عند تحليله لنظائر الكربون من اثبات ان مصدر ثنائي أوكسيد الكربون الموجود في الجو يعود الى حرق الوقود الإحفوري. من جانب اخر اثبتت التحاليل العديدة التي اجريت في أماكن مختلفة لمياه البحر الى تطابق النتائج مع النتائج التي توصل لها العالم هانز سويس (Suess, 1955).

الجدير بالذكر هنا ان أية زيادة في عدد البراكين وحرائق الغابات تؤثر بشكل ملحوظ على نسب غازات الإحتباس الحراري في طبقة الغلاف الجوي القريبة من الأرض. تؤدي الزيادة في تركيز غاز ثنائي أوكسيد الكربون الى زيادة في زيادة في

حالات الجفاف وعدد حرائق الغابات وهذا ما اثبتته الأعوام مابين2002 -2003 م إذ ارتفعت درجة حرارة الصيف مما ادى الى حصول جفاف ونشوب حرائق للغابات في كل من الولايات المتحدة الامريكية والبرتغال و ايطاليا و تركيا واليونان ولبنان (Rahmstorf, 2007).

يتحمل الإنسان ومن خلال تعدد أنشطته الحياتية (الصناعية والزراعية والمنزلية) المسؤلية الكاملة عن زيادة إنبعاثات غازات الدفيئة وهو الوحيد القادر على خفض هذه الانبعاثات. تمثل تاثيرات غاز ثنائي أوكسيد الكربون 64٪ من تاثيرات غازات الإحتباس الحراري اما بقية غازات الإحتباس الحراري مثل الميثان و الفريون وأوكسيد النتروز ورابع فلوريد الميثان وغيرها فان تاثيراتها تمثل 36٪ فقط من تاثيرات غازات الإحتباس الحراري بإستثناء تاثيرات بخار الماء (Matthes, 2005).

يعد بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي اكثر الغازات المسببة لظاهرة احترار الارض وان نسبته تفوق مجموع نسب بقية الغازات المسببة لهذه الظاهرة. غير ان العلماء والمهتمين بدراسة التغير المناخي يركزون على بقية الغازات لسببين أولهما ان الإنسان وحده المسؤل عن زيادة تركيزاتها وهو الوحيد القادر على خفض هذه الإنبعاثات الغازية وثانيهما ان الإنسان مسؤول بشكل غير مباشر عن زيادة تركيزات بخار الماء في الغلاف الجوي لكنه غير قادر حاليا على خفض هذه النسبة (Hagedorn, 2005).

ان مصدر بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي هو عمليات التبخر المائي للمحيطات والبحار والبحيرات والانهار وعملية النتح للغطاء النباتي وتنفس الإنسان وبقية الحيوانات وخطوط المياه التي يخلفها الطيران المدني والحربي في الجو. تبلغ نسبة بخار الماء في الهواء 0.25٪ وتختلف من موقع لاخر ومن وقت لاخر في المكان الواحد على عكس من بقية غازات الدفيئة التي تنتشر في الغلاف الجوي والتي تكون تركيزاتها متساوية في جميع المناطق فوق سطح الكرة الأرضية. تقدر كمية بخار الماء الموجودة في الغلاف الجوي لكوكب الارض بـ 4×10^{21} متر مكعب/ عام وهي كمية تعادل تقريباً كمية المياه الموجودة في بحر الشمال الواقع بين السويد والدنمارك وفنلندا

والمانيا وبولونيا ودول البلطيق في شمال أوربا وتتكاثف وتسقط على شكل أمطـار او ثلوج على الأرض (Rahmstorf, 2007). يعتمد تركيز بخار الماء في الجو على درجـة الحرارة حيث ان إرتفاعها يؤدي الى زيـادة عمليـة التبخـر وذلـك لان جزيئـات المـاء وبارتفاع درجة الحرارة تزداد طاقتهـا الحركيـة فتتباعـد الجزيئـات فيمـا بينهـا وتـزداد التصادمات بينها وتتحرر من قوة الشد التي تربطها بالجزيئات الأخرى وتتحول بذلك من الحالة السائلة الى الحائلة الغازية على شكل بخار ماء يتصاعد الى الغـالف الجـوي. وبعكس هذه العملية حيث تؤدي إنخفاض درجه الحرارة إلى فقدان الجزيئات للطاقـة الحركية فتتقارب الجزيئات فيما بينها وتقل تصادماتها وتتكاثف وتتحـول الى قطـرات من الماء (مطر). ان مدة بقاء بخار الماء في الغـلاف الجـوي وهـي المـدة الزمنيـة مـابين التبخر والتهطال قصيرة جداً لاتتعدى بضعة أيام عكس بقية غازات الدفيئة التي تقدر مدة بقائها بالغلاف الجوي بالأعوام (Rahmstorf, 2007).

تـؤدي الـدقائق الصـلبة العالقـة بـالهواء (Aerosols) دوراً ثانويـاً في ظـاهرة الإحتباس الحراري لان لها دوراً مزدوجاً، فهي من جانب تسـاهم في عكـس الأشـعة الكونية الحرارية المتجهة للأرض مروراً بالغلاف الجوي وبهذا تساهم في خفض درجة حرارة الأرض، ومن جانب اخر تمنع الأشعة الحراريـة طويلـة الموجـة مـن الإفـلات للفضاء الخارجي وتحبسها في طبقات الجو القريبة من سطح الارض وهي بذلك تسام في رفع درجة حرارة كوكب الأرض (Rahmsorf, 2007).

مفهوم ظاهرة الإحتباس الحراري

يعتقد الكثيرون إن بداية الاهتمام بظاهرة الإحتبـاس الحـراري هـو سـبعينيات القرن العشرين وتحديداً بعد مؤتمر ستوكهولم العالمي للبيئـة عـام 1972 الـذي نـاقش ولأول مرة هذه الظاهرة وأعدها ظاهرة تحتاج إلى الدراسات المستفيظة بغية الوصـول الى نتائج تساعد العلماء على تحليل هذه الظاهرة وإيجاد الحلول المناسبة لهـا. حـذرت الأكاديمية العلميـة الأمريكيـة National Academy of Science في سـبعينات القـرن الماضي من أخطـار الإحتبـاس الحـراري (Climate Research Board, 1979). كمـا وشهدت نفس الفترة اهتماماً كبيراً من قبل الهيئات الدولية والوطنية ووسائل الإعلام

بظاهرة الإحتباس الحراري. الا ان هذا الإعتقاد هو إعتقاد خاطيء وذلك لان الإهتمام بظاهرة الإحتباس الحراري من خلال الإهتمام بموضوعة إرتفاع درجة حرارة الأرض بدأ بالعالم الفرنسي فورييه Fourier عام 1842 م عندما حاول إيجاد تفسيراً او سبباً معقولاً لظاهرة دفء الأرض (الحناوي، 2004). توصل العالم فورييه اثناء بحوثه الى إن السبب لابد وان يعود الى الغلاف الجوي للأرض الذي يعمل مثل سقف البيت الزجاجي حيث يحبس الحرارة تحته وبهذا توصل العالم فورييه الى نصف الحقيقة. أما العالم البريطاني تيندال Tendal الذي أجرى ابحاثاً مختبرية عام 1865م على قدرة غازي ثنائي أوكسيد الكربون وبخار الماء على إمتصاص الحرارة وقام بقياسات توصل من خلالها إلى تحديد مسؤليتهما عن ظاهرة دفء الأرض (الإحتباس الحراري) (Wearth, 2003). وكان العالم السويدي ارهانيوس Arrhenius قد طرح في عام 1896 م نظريته في تفسير ظاهرة دفء الأرض عندما أشار الى إحتمال إرتفاع درجة حرارة الأرض وغلافها الجوي نتيجة لزيادة إنبعاث غاز ثنائي اوكسيد الكربون بسبب حرق الفحم الحجري. وقام بإعداد نماذج حسابية لتحديد مقادير الزيادة في درجات الحرارة وكمية غاز ثنائي أوكسيد الكربون والفترة الزمنية اللازمة لحدوث هذه الظاهرة. أما العالم الأمريكي تشيمبرلين Schemberlin فقد أيد نظرية العالم السويدي ارهانيوس حول مسؤولية غاز ثنائي أوكسيد الكربون عن ظاهرة دفء الأرض وأضاف بأن لهذا الغاز دوراً اساسياً في حدوث العصور الجليدية الحديثة جيولوجياً (الحناوي، 2004).

إن اشعة الشمس التي تصل للأرض هي المصدر الأساسي للطاقة ومنها تستمد الأرض الحرارة التي تحتاجها من اجل إستكمال الحياة . فالنبات يستفيد من الطاقة الواصلة عبر أشعة الشمس مستفيداً من الكربون الموجود في غاز ثنائي أوكسيد الكربون والماء ليقوم بعملية التركيب الضوئي اللازمة لإستمرار الحياة فوق الأرض كما في المعادلة التالية.

$$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12} + 6O_2 \qquad [1]$$

وبدون أشعة الشمس والطاقة الناتجة عنها لاصبحت الأرض كوكباً بارداً لايمكن العيش به ولا يحتوي على كائنات حية. والشمس هي عبارة عن مفاعل نووي هائل تحدث فيه تفاعلات نووية تصل درجة الحرارة حوالي 15 مليون درجة مطلقة. إذ تتحد إثنين من البروتونات (الهيدروجين) مع إثنين من النيوترونات لتكوين ذرة واحدة من الهليوم (He) مع فقدان قدر قليل من الكتلة التي تتحول الى طاقة حرارية هائلة تطلقها الشمس الى الكواكب المحيطة بها ومنها الأرض. تعرف الأشعة الشمسية بانها إشعاعات كهرومغناطيسية تنبعث في مسار مستقيم وبسرعة 300 الف كيلومتر في الثانية الواحدة على شكل تموجات تدعى الفوتونات (Photons) التي تحمل معها الطاقة الى الأرض. ويمكن التمييز بين مختلف الإشعاعات الشمسية من خلال أطوال موجاتها والتي تقاس بالنانومتر ويساوي واحد من المليون من المليمتر(صباريني، 2004). وتستطيع عين الإنسان رؤية الإشعاعات التي أطوالها بين 390-750 نانومتر وتسمى الإشعاعات المرئية.

يصل حوالي 50٪ من مجموع الأشعة الشمسية التي تخترق الغلاف الجوي بإتجاه الأرض لتزويدها بالطاقة اللازمة لتسخين اليابسة والمحيطات ويقوم النبات بالإستفادة منها في عملية التركيب الضوئي. تقوم الغيوم بإمتصاص وعكس 42٪ من الأشعة الواصلة الى الغلاف الجوي فيما ترتد 5٪ من الإشعاعات الى الفضاء الخارجي نتيجة لإصطدامها بالجسيمات الصلبة الموجودة في الغلاف الجوي بينما تنعكس 3 ٪ من الأشعة الكونية الى الفضاء الخارجي بعد اصطدامها بالأرض(البيدو) دون تغير في اطوال موجاتها (سفاريني، 2002).

ما هي ظاهرة الإحتباس الحراري (الدفيئة) ؟

تمكن العالم الانكليزي جيمس واط James Watt عام 1765 م (Tanaka, 2006) من إكتشاف اهمية الطاقة البخارية فقام بتصنيع اول ماكنة الية تعمل بالطاقة البخارية وأدى هذا الإكتشاف العلمي المهم الى ولوج الإنسان مرحلة جديدة سميت الثورة العلمية الصناعية لا زالت مستمرة حتى يومنا هذا. إجتاحت الثورة العلمية الصناعية بلدان اوربا وإستبدلت نمط الإنتاج اليدوي الفردي باسلوب الإنتاج الالي

الصناعي الواسع. إستطاع الإنسان وبفضل تطور الإكتشافات العلمية وزيادة إستخدام الالات من تطوير الإنتاج الصناعي والزراعي وزاد من إنتاجية العمل بعد ان زاد من إستخدام الالات بدل القوة العضلية للإنسان القابلة للتعب والإرهاق. وصاحب هذا التطور في عملية الإنتاج حاجة ملحة لبناء تجمعات عمالية سكانية تستوعب الهجرة الحاصلة من الريف الى المدن وازدادت عدد المناجم التي يستخرج منها الفحم الحجري والمعادن الضرورية للصناعة وتنامي الحاجة الى وسائط نقل ...... الخ.

ان الزيادة الحاصلة في الإنتاج الصناعي والزراعي صاحبتها زيادة مطردة في إستهلاك الطاقة الناتجة عن حرق الأخشاب والفحم الحجري وبقية انواع الوقود الإحفوري (سفاريني، 2002).

لاحظ العلماء البيئيون والمختصون بالأنواء الجوية ان هناك إرتفاعاً تدريجياً في معدلات درجات الحرارة على الصعيد العالمي ابتداءاً من عصر الثورة العلمية الصناعية التي شهدتها اوربا في منتصف القرن الثامن عشر وقد اكدت البيانات الإحصائية المناخية صحة هذه المعلومات (Tanaka, 2007).

معروف ان جميع انواع الوقود الإحفوري هي مركبات عضوية هيدروكاربونية تتكون من اتحاد عنصري الكربون والهيدروجين مع عناصر كيميائية اخرى منها الكبريت والرصاص والنيتروجين والأوكسجين . يدخل الكربون كمكون اساسي في التركيب الكيميائي للجزيئات الهيدروكاربونية لذلك فان اي تفاعل او حرق للوقود الإحفوري ينتج غاز ثنائي اوكسيد الكربون وطاقة (E) وفقاً للمعادلة الآتية:

$$2C_6H_6 + 15O_2 \rightarrow 12CO_2 + 6H_2O + E \qquad [2]$$

هذا وينتج عن حرق الوقود الإحفوري الحاوي على شوائب من عناصر كيميائية مختلفة مثل الكبريت والنيتروجين والرصاص وغيرها علاوةً على غاز ثنائي اوكسيد الكاربون إنبعاث غازات أخرى مثل ثاني اوكسيد الكبريت والتي تزيد من تلوث البيئة وتخل بالتوازن البيئي الطبيعي. ويتحمل الإنسان من خلال نشاطاته المختلفة في الصناعة والزراعة والنقل والتعدين والتدفئة المسؤلية الرئيسة عن إرتفاع

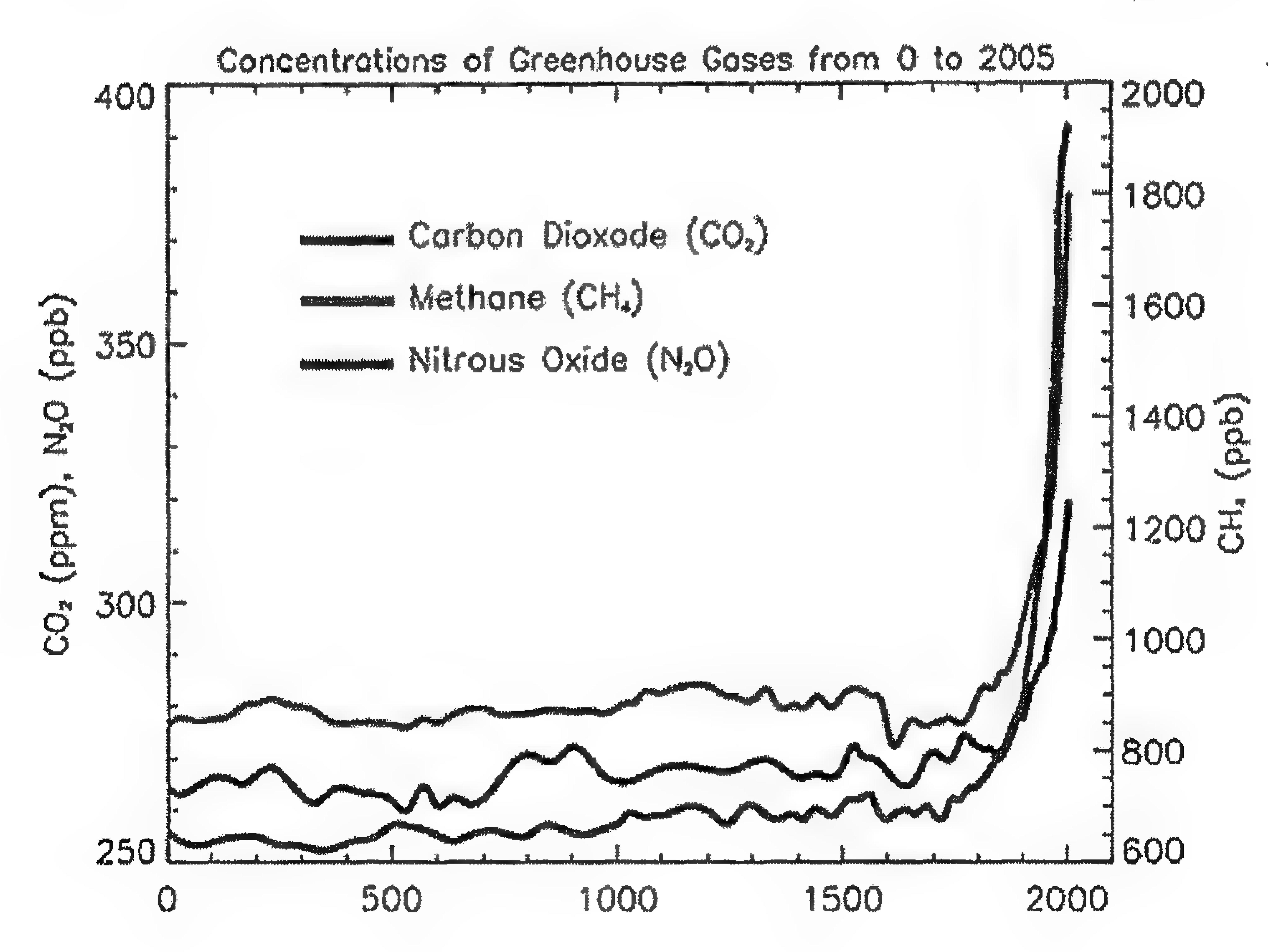
تركيزات غازات الدفيئة (غاز ثنائي اوكسيد الكربون وغاز الميثان وغاز اوكسيد النتروز) في الغلاف الجوي لكوكب الأرض.

من المعروف ان الشمس هي المصدر الرئيسي للطاقة في الكون وهي التي تمد الأرض بالدفء والحرارة عن طريق الأشعة الكونية التي تمر بالغلاف الجوي وصولاً الى الارض. تكتسب الأرض كأي جسم صلب الحرارة وتسخن وتقوم بعد ذلك بإطلاق جزء من الحرارة الى المحيط الخارجي على شكل أشعة حرارية تسمى الأشعة تحت الحمراء. من خواص غازات ثنائي اوكسيد الكربون والميثان واوكسيد النتروز وبخار الماء انها تقوم بإمتصاص الأشعة تحت الحمراء التي تطلقها الأرض ولا تسمح لها بالنفاذ الى الفضاء الخارجي فتحبسها في طبقات الهواء القريبة من سطح الارض (Stehr, 2007). كما وان غازات الإحتباس الحراري عندما تمتص الأشعة تحت الحمراء المنطلقه من الارض تزداد حرارتها وطاقتها الحركية مما يؤدي الى ازدياد تصادمات جزيئاتها مع بعضها البعض ومع جزيئات الغازات الأخرى المكونة للهواء مولدة طاقة اضافية تساهم في إرتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي المحيط بالأرض. تقوم غازات الإحتباس الحراري برفع درجة حرارة طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض وتساهم نفس الغازات بخفض درجة حرارة الطبقات العليا من الهواء في طبقة التروبوسفير (Hegerl, 1997). إن ظاهرة الإحتباس الحراري لم تكن محسوسة ومعروفة في بداية الثورة الصناعية وذلك لأن تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون والغازات الأخرى المسببة لهذه الظاهرة لم تكن عالية كما هي عليه الان (Matthes, 2005). كلما ارتفعت تركيزات غازات الإحتباس الحراري في الغلاف الجوي للأرض قلت كمية الأشعة تحت الحمراء النافذة الى الفضاء الخارجي وهذا ما يفسر بروز ظاهرة الإحتباس الحراري في العقود الثلاثة الأخيرة.

وجد أن نسبة غاز ثنائي اوكسيد الكربون في الهواء والناتجة عن حرق الوقود الإحفوري قد ارتفعت من 280 جزء بالمليون قبل الثورة الصناعية الى 380 جزء بالمليون في بداية القرن الحالي (شكل 2). وإرتفعت نسبة غاز الميثان في الهواء من 848 جزء بالبليون قبل الثورة الصناعية الى 1800 جزء بالبليون في بداية القرن

الحالي. اما غاز اوكسيد النتروز فقد إرتفعت نسبته من 280 جزء بالمليون قبل الثورة الصناعية الى 312 جزء بالمليون في بداية القرن الحالي (شكل 2) (سفاريني، 2002).

يسهم غاز ثنائي اوكسيد الكربون بحوالي 50 ٪ من إسهامات غازات الإحتباس الحراري الاخرى بسبب كمياته العالية المنطلقة للغلاف الجوي على الرغم من إمتصاص النباتات لحوالي 25 ٪ من هذا الغاز وذوبان حوالي 25 ٪ من نفس الغاز في البحار والمحيطات والتي تعد مغاطس طبيعية تخلص المحيط الحيوي من غاز ثنائي أوكسيد الكربون. أما المحيط المتجمد الجنوبي فيمتص حوالي 25 ٪ من تركيزات الغاز المنطلقة للغلاف الجوي. يقوم كل من الغطاء النباتي والمحيطات والمحيط المتجمد الشمالي والجنوبي بامتصاص الغاز وخزنه مما يبقيه حبيساً هناك مما يلغي اسهامه في ظاهرة الإحتباس الحراري وفي إرتفاع درجة حرارة الأرض (الشربيني، 2007).



شكل 2. تزايد تركيزات غازات الدفيئة إعتباراً من الثورة الصناعية وحتى عام 2005 (Optocleaner, 2009).

إن زيادة نسبة غازات الإحتباس الحراري في الهواء وعدم إمكانية الطبيعة التخلص من الفائض من هذه الغازات سبب خللاً في التوازن البيئي لم يكن موجوداً قبل الثورة العلمية والصناعية والإنفجار السكاني الذي أعقبها. تلعب زيادة تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون دوراً كبيراً في زيادة نمو النباتات لاعتمادها عليه في عملية التركيب الضوئي (Stafford, 2007).

مصادر غاز ثنائي أوكسيد الكربون CO_2

يتكون غاز ثنائي اوكسيد الكربون من اتحاد ذرتين من الاوكسجين مع ذرة واحدة من الكربون بواسطة رابطة تساهمية ويرمز له بالرمز CO_2 او $O = C = O$ وهو احد مكونات الهواء الرئيسية والذي يبلغ تركيزه حاليا بحوالي 0.038٪ حسب قياسات عام 2006 (Rahmstorf, 2007). ويزداد هذا التركيز بمعدل سنوي مقداره 2٪. ينتج غاز ثنائي اوكسيد الكربون عن طريق الحرق الكامل (تاكسد) للمركبات العضوية التي يدخل الكربون كعنصر أساسي في تركيبها كما هو حاصل داخل الخلايا في الكائنات الحية عند أكسدة او حرق سكر الكلوكوز. تتمكن النباتات والطحالب وبعض أنواع البكتيريا من تثبيت هذا الغاز وتحويله إلى مركب عضوي على شكل سكريات احادية (الكلوكوز والفركتوز) أو سكريات معقدة مثل النشا والسليلوز وذلك من خلال عملية التمثيل الضوئي. يعد حرق الوقود الإحفوري من اهم مصادر غاز ثنائي اوكسيد الكربون الأساسية، وهو ناتج أساسي لعمليات حرق او أكسدة جميع المواد العضوية. يكشف عن هذا الغاز مختبرياً عن طريق امراره على محلول كاربونات الكالسيوم حيث يتعكر المحلول يتحول الى اللون الطباشيري. يذوب بنسب عالية في الماء وتبلغ نسبة ذوبانه 40٪ أكثر من غاز الأوكسجين في الحالات الطبيعية أما عند زيادة الضغط فترتفع هذه النسبة الى 50٪ تقريباً. يتحد بالماء ويكون حامض الكربونيك الضعيف حسب المعادلة التالية.

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \qquad [3]$$

يستعمل غاز ثنائي اوكسيد الكربون بشكله الصلب (الثلج الجاف) في الطائرات للتبريد، يستعمل بشكله الغازي المضغوط في تعبئة المشروبات الغازية والروحية لاعطاء الشعور بالإنتعاش كما يذوب 0.2٪ منه بالماء ويكون حامض الكربونيك الضعيف مما يكسب المشروبات الغازية المذاق الحامض. بسبب برودته وعدم تفاعله مع الأوكسجين يستخدم مضغوطاً في قناني الإطفاء لاطفاء الحرائق. ونتيجة لكون هذا الغاز لا يشتعل ولا يساعد على الإشتعال يستعمل غاز ثنائي اوكسيد الكربون مخلوطاً بغازي الهليوم والأرغون في عمليات اللحام بالأوكسجين. اما في مجال الزراعة فانه يستخدم في البيوت الزجاجية كمخصب وذلك لانه يساعد على نمو النباتات بشكل اسرع لإعتمادها عليه في عملية التركيب الضوئي مما يؤدي الى زيادة الإنتاج. ان إرتفاع نسبة هذا الغاز في الهواء الى حدود 5٪ يؤدي الى تخدير الإحياء لذلك جرى أستخدامه في المجازر والمسالخ لتخدير المواشي قبل ذبحها.

تتمثل التاثيرات الفسيولوجية لغاز ثنائي اوكسيد الكربون بكونه لا يؤثر على الحياة والتنفس إذا ازدادت تركيزاته حتى حدود 0.5 ٪ اما اذا إرتفعت تركيزاته في حجرات مغلقة عن هذه النسبة فانه يؤدي الى تاثيرت خطيرة على الصحة والحياة. ان إرتفاع تركيزات الغاز الى 1.5 ٪ يسبب زيادة في معدلات التنفس تقدر بحوالي40 ٪ عن المعدل الطبيعي، اما اذا إرتفعت التركيزات الى4 – 5 ٪ فان الأشخاص يصابون بالصداع والغثيان وإرتفاع ضغط الدم والسكتة القلبية والغيبوبة. وعند تركيز 8 ٪ فان الأشخاص يموتون بعد 30 – 60 دقيقة. من جانب اخر فان زيادة تركيز غاز ثنائي أوكسيد الكربون في هواء الشهيق يؤدي الى إرتفاع تركيزات الغاز في الدم ويزيد من حمضية الدم (يقل الـ pH) وهذا يقود الى تقليل كفاءة الهيموغلوبين للإتحاد بذرات الأوكسجين وبذلك تقل كمية الأوكسجين الواصلة إلى خلايا الجسم. كما وان إرتفاع تركيز الغاز بالدم يقلل من كفاءة الحديد الموجود في هيموغلوبين الكريات الدموية الحمراء مما يقود الى ضعف وصول الأوكسجين للخلايا الجسمية .(Wikipedia, 2009)

دورة غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الطبيعة

تشير دورة غاز ثنائي أوكسيد الكربون إلى عملية التبادل الغازي بين الغلاف الجوي من جهة والكائنات الحية النباتية والحيوانية ومياه المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار والغلاف الصخري والتربة من جهة أخرى (موسى، 1996). تتمكن النباتات البرية والبحرية والطحالب وبعض أنواع البكتيريا من الإستفادة من غاز ثنائي اوكسيد الكربون الموجود في الهواء في عملية التمثيل الضوئي لبناء مركبات عضوية (كربوهيدراتية) على شكل سكريات بسيطة مثل سكر الكلوكوز وتتمكن فيما بعد من تحويلها الى سكريات معقدة مثل النشاء والسليلوز تبني من خلالها اجسامها وتستفيد منها كمصدر للطاقة في فعالياتها الحيوية. وتقوم النباتات والطحالب والبكتيريا بتثبيت ملايين من الأطنان سنوياً من غاز ثنائي اوكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي وبذلك تقلل من تركيزاته في الهواء. من جانب اخر تتغذى الكائنات الحية الحيوانية على النباتات وتستفيد من المواد العضوية التي انتجتها النباتات في عملية التركيب الضوئي كمصدر للطاقة تقوم من خلاله بإنجاز جميع فعالياتها الحيوية. وبمساعدة الأوكسجين الذي تتنفسه الحيوانات (الشهيق) تقوم هذه الكائنات الحية بإستهلاك المواد العضوية (كربوهيدرات وبروتينات ودهون) وتحرير ثنائي أوكسيد الكربون مرة ثانية الى الجو(الزفير). وعند موت الكائنات الحية نباتية كانت أم حيوانية تقوم البكتريا بتفسيخها وتحليلها الى مكوناتها الأساسية مما يؤدي الى تحرير ثنائي أوكسيد الكربون مرةً ثانية وتصاعده الى الغلاف الجوي (Hafner, 1987).

يذوب غاز ثاني اوكسيد الكربون في مياه المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار وتتمكن النباتات المائية والطحالب من الإستفادة منه بعملية التركيب الضوئي، بينما تقوم الاحياء البحرية وخصوصاً الصدفيات منها بالإستفادة من هذا الغاز ببناء الأجزاء الخارجية من أجسامها والمتكونة من مادة كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ عن طريق تفاعل هايدروكسيد الكالسيوم مع غاز ثنائي أوكسيد الكربون الذائب في الماء وفق المعادلة الآتية (طاحون، 2004):

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O \qquad [4]$$

وتعد المصادر المائية بكل أنواعها ومحتوياتها من الكائنات الحية مغاطس لغاز ثنائي أوكسيد الكربون تقلل من تركيزاته في الغلاف الجوي. إن تزايد تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون في مياه البحار والمحيطات ممكن له ان يزيد حموضة المياه مما قد يؤثر على الحياه الطبيعية للاحياء البحرية والشعب المرجانية (Feely, 2004).

لم تشهد العصور التي سبقت الثورة الصناعية اختلالاً ملحوظاً في التوازن الطبيعي لغاز ثنائي أوكسيد الكربون إلا ان تدخل الإنسان وخصوصاً بعد بداية الثورة الصناعية واستهلاكه المتزايد للوقود الإحفوري ادى الى اختلالاً واضحاً بالتوازن الطبيعي لغاز ثنائي اوكسيد الكربون مما ادى الى إرتفاع تركيزاته عن المستوى العام لتركيزات هذا الغاز قبل الثورة الصناعية (Bauer, 2005).

مصادر غاز ثنائي أوكسيد الكربون

ينطلق غاز ثنائي أوكسيد الكربون إلى الجو عن طريق مجموعة من المصادر أبرزها:

1. تفسخ وتحلل المركبات العضوية

يعد تفسخ وتحلل المركبات العضوية من أكبر مصادر غاز ثنائي اوكسيد الكربون على الإطلاق. إذ تقوم الكائنات الحية الدقيقة وبشكل خاص البكتريا وبفعل الأنزيمات التي تفرزها هذه الاحياء الدقيقة من تحليل المركبات العضوية (الكربوهدرات والبروتينات والدهون) الموجودة في أجساد الكائنات الحية الميتة وكذلك مخلفات و فضلات الكائنات الحية وما يتساقط من النبات على الأرض من ثمار وأوراق وأغصان ومواد اخرى. وتقوم هذه الكائنات الدقيقة (المحللات) من تحليل المركبات العضوية البسيطة والمعقدة وتتمكن من إرجاعها الى مكوناتها الأساسية وهي الماء وغاز ثنائي اوكسيد الكربون. وهناك طريقتين لتحليل المركبات العضوية بفعل البكتيريا هما تحليل هوائي بوجود الأوكسجين وتحليل لاهوائي بإنعدام وجود الأوكسجين وهذا يعتمد على نوع الأحياء الدقيقة التي تقوم بتحليل المركبات

العضوية (موسى، 1996). تموت سنوياً أعداداً لا تحصى من الكائنات الحية النباتية والحيوانية وهي تتكون اساساً من مركبات عضوية ولاعضوية. كما وتخلف هذه الكائنات الحية مخلفات تقدر بملايين الأطنان تقوم الكائنات الدقيقة والبكتيريا بتحليلها وتنتج عن هذه العملية الكيميائية الحيوية إطلاق كميات هائلة من غاز ثنائي أوكسيد الكربون والتي تصل الى الغلاف الجوي مباشرةً وتؤدي الى إرتفاع تركيزات هذا الغاز في طبقة التروبوسفير. تعمل بعض الاحياء الدقيقة مثل الفطريات والخمائر والطحالب على تخمير السكريات البسيطة والمعقدة وتحويلها الى كحول مطلقةً كميات كبيرة من غاز ثنائي اوكسيد الكربون الى الجو (التميمي، 2004).

2. إستعمال الوقود الإحفوري في محطات توليد الطاقة الكهربائية وفي الصناعة والزراعة

رغم دعوات المهتمين بقضايا البيئة بالتحول الى مصادر الطاقة المتجددة، لم تتمكن الكثير من البلدان وبشكل خاص الدول الصناعية الكبرى من تغيير مصادرها التقليدية للطاقة الى مصادر الطاقة المتجددة. ولا يزال الوقود الإحفوري يشكل نسبة عالية من نسب مصادر الطاقة في جميع البلدان. إذ تعتمد محطات توليد الطاقة الكهربائية العاملة حالياً بدرجة اساسية على الفحم والغاز والنفط وهي تستهلك ملايين الاطنان من الوقود الاحفوري من أجل توفير الطاقة الكهربائية لكل من المصانع والمزارع والمنازل.....الخ. ان حرق الوقود الاحفوري يمثل جانباً مهماً واساسياً من مصادر الطاقة المستخدمة في الإنتاج الصناعي والزراعي في جميع البلدان. وان هذا الحرق المتزايد للوقود يؤدي بالتاكيد الى زيادة معدلات تراكيز غاز ثنائي اوكسيد الكربون في الغلاف الجوي وهو يمثل مصدر مهم من مصادر هذا الغاز. لم يكن هذا المصدر (المصدر البشري) ذو تاثير كبير قبل الثورة الصناعية على معدلات تركيز غاز CO_2 بسبب ضعف الإنتاج الصناعي الالي والزراعي الالي. من جانب أخر لم تكن الزيادة في عدد السكان مؤثرة عند بداية الثورة الصناعية. إن تضاعف عدد سكان الكرة الأرضية خلال القرنين الماضيين أدى الى زيادة كبيرة وملحوظة في إستهلاك الإنسان للوقود الإحفوري وذلك لتامين إحتياجات الإنسان المتصاعدة للطاقة. كما وإن تحسن مستوى معيشة الفرد نتيجة التطور العلمي والثقافي له دوراً

مهماً في زيادة إستهلاكه للطاقة عن طريق زيادة استخدامه للأجهزة والأدوات الامر الذي قاد الى زيادة كبيرة جداً في حجم الإنتاج الصناعي. ان النمو السكاني الهائل رافقه زيادة كيرة في حجم الإنتاج الزراعي الالي من اجل تامين احتياجات البشر من المواد الغذائية والملابس وغيرها من الإحتياجات الأخرى (Tanaka, 2007).

3. الإستخدامات المنزلية المتنوعة

يبلغ عدد سكان الكرة الأرضية حالياً أكثر من ستة مليارات نسمة موزعين على ستة قارات يعتمد جميعهم تقريباً على الطاقة الكهربائية المنتجة في محطات توليد الطاقة الكهربائية في تامين إحتياجاتهم اليومية المتزايدة في مجالات الحياة المختلفة كالطبخ والإستحمام والتدفئة والإضاءة والكوي..... الخ (المقدادي، 2006). ان نمط الحياة العصرية وخصوصاً في الدول الصناعية والمتطورة جعل إستخدام الأجهزة الكهربائية (تلفزيون، حاسبة، ثلاجة، غسالة، مكواة.... الخ) حاجة يومية ملحة لا يمكن الإستغناء عنها. زادت هذه الحالة من إستهلاك الإنسان للطاقة والتي تاتي مباشرةً من حرق الوقود الإحفوري في البيوت كما هو حاصل في التدفئة والطبخ باستخدام الغاز الطبيعي او بشكل غير مباشر عن طريق إستهلاك الطاقة الكهربائية المنتجة في محطات توليد الطاقة الكهربائية. أدى الإنفجار السكاني وتزايد الحاجة للطاقة الى زيادة إستهلاك الوقود الاحفوري مما يعتبر عاملاً مهماً من عوامل زيادة تركيزات غازات الإحتباس الحراري في غلاف كوكب الارض. يستهلك قطاع الإسكان في منطقة الخليج العربي حوالي 49٪ من مجموع الطاقة الكهربائية المنتجة في هذه البلدان (الناصر، 2009).

4. وسائط النقل

يعد النفط الوقود الرئيسي في وسائط النقل المختلفة في الدول الصناعية وتصل نسبة استخدامة حوالي 97٪ بينما يمثل الغاز الطبيعي 2٪ والطاقة الكهربائية 1٪ (دنجر، 2009). ينتج عن إستهلاك وسائط النقل عالمياً كميات هائلة من غاز ثنائي أوكسيد الكربون. تطلق وسائط النقل بمختلف أنواعها عالمياً ما نسبته 30 ٪ من مجموع كميات غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنبعثة إلى الغلاف الجوي سنوياً. وتعتبر

الدول الصناعية العظمى ودول الخليج العربي أكثر الدول استخداماً للسيارات الشخصية (Tanaka, 2007).

أشار طلبة وصعب (2008) في ملخص تقريرهما عن نتائج اعمال المنتدى العربي للبيئة والتنمية والذي انعقد في مدينة المنامة تحت عنوان مصير العالم العربي من مصير البيئة والمنشور في جريدة الحياة يوم السابع والعشرين من اكتوبر 2008 الى اعتماد الدول العربية الى حد بعيد على النقل البري الشخصي. وتبلغ نسب امتلاك السيارات في بعض الدول العربية نسباً عالية مما يؤكد ضعف اعتماد هذه الدول على مؤسسات النقل العام. وتبلغ هذه النسب مثلاً في لبنان 434 سيارة لكل الف مواطن وفي قطر378 سيارة لكل الف شخص وفي الكويت 357 وفي السعودية 336 سيارة لكل الف شخص. كما يشير التقرير الى ان انبعاثات غاز ثاني اوكسيد الكربون في البلدان العربية الناتجة عن قطاع النقل يمثل حوالي 90٪ من المجموع العام لإنبعاثات هذا الغاز.

اذا أمعنا في الأرقام المشار اليها اعلاه نتوصل الى ان شخص من كل ثلاث اشخاص يمتلك وسيلة نقل شخصية وهذه النسبة تتضمن الاطفال والشيوخ والمرضى وغيرهم من الاشخاص غير القادرين على امتلاك او قيادة وسيلة نقل. اما عالمياً فان هذه النسبة يمكن ان تزداد وعليه فان عدد وسائل النقل الشخصية يقدر بحوالي 2 مليار وسيلة نقل على افتراض ان عدد سكان كوكب الارض هو ستة مليارات نسمة. يضاف الى ذلك وسائط النقل العام من حافلات وقطارات وطائرات وبواخر وسفن وشاحنات. كل هذا العدد الهائل من وسائط النقل يستهلك الوقود الاحفوري على شكل بنزين، ديزل، غاز وكل هذه المصادر تنفث نتيجة احتراقها غازات ملوثة للبيئة ومن اهمها غاز CO_2 (طلبة، 2008).

5. تنفس الكائنات الحية

تبدا جميع الكائنات الحية الحيوانية بما فيها الإنسان بالتنفس منذ اللحظة الأولى للولادة وتستمر بالتنفس حتى اللحظة الأخيرة للحياة. تستهلك هذه الكائنات كميات كبيرة من غاز الأوكسجين في عملية التنفس (الشهيق والزفير). وينتج عن هذه

العملية (التفاعل) طرد كميات كبيرة من غاز ثنائي اوكسيد الكربون تصل بشكل مباشر الى الغلاف الجوي القريب من الأرض وتساهم في زيادة تركيز هذا الغاز.

يكون وقت الشهيق أطول من وقت الزفير ويتراوح معدل التنفس عند الرجل السوي بين 13-18 دورة في الدقيقة وفي المتوسط 16 دورة في الدقيقة ويزداد هذا المعدل في حالات إرتفاع درجة الحرارة والعمل والإنفعالات، وهو عند المرأة أكثر منه عند الرجل بدورتين (Wikipedia, 2009). وبما إن التنفس هو عملية يتم بها تبادل الغازات بين جسم الكائن الحي والهواء فان نسب الغازات الداخلة الى الجهاز التنفسي (الشهيق) وخصوصاً غازي الأوكسجين وثنائي اوكسيد الكاربون تختلف عن نسبة نفس الغازين في الهواء الخارج من الجهاز التنفسي (الزفير). حيث تزداد نسب غاز ثنائي اوكسيد الكربون في هواء الزفير عن نسب نفس الغاز في هواء الشهيق نتيجة التفاعلات الكيميائية الجارية في الخلايا والناتجة عن حرق وأكسدة المواد العضوية التي يتكون منها جسم الكائن الحي او الأنسان. وكما اسلفنا سابقاً فان اي حرق للمواد العضوية ينتج عنه غاز ثنائي اوكسيد الكربون كناتج اساسي للتفاعل الكيميائي.

6. حرق الغابات الإستوائية والمزارع

تبلغ مساحة غابات الأمازون والتي تقع في قارة اميركا الجنوبية 7 مليون كيلومتر مربع وهي أكبر غابات العالم. تقع بين مجموعة من البلدان اهمها البرازيل والارجنتين وبيرو وفنزويلا والاكوادور وكولومبيا وتحتوي على10٪ من إجمالي الكربون المخزون في الأنظمة البيئية الموجودة في الكرة الارضية. وتعد غابة الأمازون وسطاً بيئياً خاصاً يحتوي على مختلف أنواع الأحياء النباتية والحيوانية البرية وكذلك الاحياء المائية. بسبب ضخامة وتنوع الغطاء النباتي الموجود في الأمازون تعد هذه الغابة بمثابة رئة كوكب الارض وذلك نتيجة لدورها الكبير في تخليص الغلاف الجوي من الملوثات وبشكل خاص غاز ثنائي اوكسيد الكربون.

تدخل الأنسان بشكل مباشر في تكوين طبيعة الغابات فقام بحرق مئات الألاف من الكيلومترات المربعة من الغابات وحولها الى أراضي زراعية ورعوية مما أسهم في إختلال التوازن البيئي العالمي. يعود السبب الرئيسي لتعرية الغابات الى نشاط

الشركات متعددة الجنسيات والمختصة بتصدير الاخشاب حيث تقطع الأشجار المعمرة لاغراض صناعية مثل انتاج الأثاث المنزلي او صناعة الورق او إستعمالها كحطب ووقود (Künkel, 2007). لوحظ في العقود الأخيرة إن هناك إستغلال فاحش وغير مدروس لغابات الأمازون والغابات الإستوائية في جنوب اسيا وكذلك في الغابات الواقعة في شمال اوربا والمنطقة الإسكندنافية وروسيا الامر الذي أدى الى تقليص مساحاتها الخضراء. تنتج 20 ٪ من تركيزات غاز ثنائي اوكسيد الكربون المنطلقة الى الغلاف الجوي عن حرق الغابات والحقول الزراعية. أن 95٪ من حرائق الغابات لا تعود لاسباب طبيعية بل هي نتيجة للتعامل غير المسؤل للإنسان مع الطبيعة (World Wide Fund for Nature, 2005).

7. البراكين

البراكين من الظواهر الطبيعية التي ليس للإنسان دخل في حدوثها وتؤدي في كثير من الأحيان الى خسائر بشرية ومادية وبيئية ويوجد حالياً حوالي 516 بركاناً نشطاً في العالم. يوجد في اندونيسيا فقط 180 بركاناً نشطاً و 30 في جزيرة جويانا الجديدة و40 في اليابان و 20 في كل من الاسكا والفلبين و 15 في ايطاليا و 27 في ايسلندا (Wikipedia, 2009).

تتفجر البراكين نتيجة التصدعات والإحتكاكات التي تقع بين صفائح القشرة الارضية أثناء حركتها وإنزلاقها مما يؤدي الى صعود الحمم البركانية من خلال الشقوق الموجودة في القشرة الارضية الى سطح الأرض من خلال الفوهات البركانية. تحتوي الماغما (الحمم البركانية) على خليط من المواد أهمها بخار الماء وثنائي اوكسيد الكربون وثنائي اوكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين، فضلاً عن الرماد البركاني الذي ينتشر على سطح الارض ولمسافات بعيدة. تبلغ درجة حرارة الماغما المندفعة من فوهة البركان 500 درجة مئوية ويحتوي المقذوف الغازي على خليط من الغازات يبلغ نسبة غاز ثنائي اوكسيد الكربون فيه 14.67٪ . تعد البراكين المصادر التي تزيد

نسبة غاز ثنائي اوكسيد الكربون في الغلاف الجوي وتساعد في حدوث ظاهرة التغير المناخي لكوكب الارض بسبب ضخامة الكميات المقذوفة من الحمم البركانية (Wikipedia, 2009).

8. التدخين

يعد التدخين من الظواهر الحديثة والتي لم تكن معروفة على نطاق واسع عالمياً قبل الثورة الصناعية وانتشرت بعد اكتشاف البرتغاليين لقارة اميركا ونقلوها الى أوربا ومنها الى بقية العالم. إنتشرت هذه الظاهرة السيئة في جميع دول العالم بما فيها البلدان العربية وأصبح عدد متعاطيها يقدرون بمئات الملايين من البشر واصبحت صناعة السكائر من الصناعات التي تدر أرباحاً خيالية على شركات صناعة السكائر. التبغ محصول نباتي يتكون من مواد عضوية هيدروكربونية تولد حين احتراقها غاز ثنائي اوكسيد الكربون. ونتيجة لإنتشار الادمان على هذه العادة السيئة والمضرة بالصحة العامة تنطلق كميات كبيرة من غاز ثنائي أوكسيد الكربون الى الغلاف الجوي وتساهم في زيادة تركيزات هذا الغاز فيه. تقدر نسبة المدخنين على سبيل المثال في المانيا بـ 25٪ في صفوف البالغين وهناك 4٪ يدخنون بشكل غير منتظم، وتقدر نسبة عدد المدخنين من الرجال بحدود 33٪ وفي أوساط النساء حوالي 22٪ (krebsgesellschaft, 2009).

المبحث الثالث

التغير المناخي والعصور الجليدية.

التغير المناخي هو كل تغير في مناخ الكرة الارضية تنخفض او ترتفع عنده درجة حرارة الأرض وغلافها الجوي وتؤدي الى تباين واضح في المناخ والبيئة. وقد مرت الكرة الارضية بعدة تغيرات مناخية على مدى ملايين السنوات الماضية وكانت من نتائج هذه التغيرات المناخية إختفاء او إنقراض انواع من النباتات او الحيوانات منها على سبيل المثال الديناصورات والفيل القطبي ذو الشعرالطويل والانياب الطويلة التي تتجه للأعلى والذي يسمى بالماموث (Rahmstorf, 2007).

بين Latif (2006) إن التغيرات المناخية نوعان الأول: قصيرة الأمد وتستمر تاثيراتها لعدة مئات من السنوات ناتجة عن عوامل وتغيرات بيئية داخلية مثل حركة التيارات المائية في المحيطات كتيارات مياه شمال الاطلسي. والثاني: طويلة الامد والتي تدوم تاثيراتها الى عدة الاف من الأعوام والتي تؤثر بها عوامل وتغيرات مناخية خارجية كإختلاف شدة الأشعة الشمسية الواصلة الى كوكب الأرض الناتجة عن تغير مدار الارض حول الشمس.

مر كوكب الارض بعلة عصور جليدية وبمعدل عصر جليدي كل مئة الف عام تفصلها فترات دافئة تدوم لفترة عشرة الاف سنة تقريباً وكان آخرها العصرالجليدي الذي مرت به الأرض والذي استمر الى ما قبل عشرة الاف سنة. تعرض كوكب الأرض خلال العصر الجليدي الأخير لاكثر من عشرين تغير مناخي مفاجيء (Dansgaard, 1993). مرت مناطق كثيرة في الكرة الأرضية منها جزيرة جرينلاند بعدد من التغيرات المناخية المفاجئة الحادة خلال العصر الجليدي الأخير (Voelker, 2002). إن الكرة الارضية تمرالان في نهاية الفترة الدافئة التي تلت العصر الجليدي الاخير والتي تتميز ليس فقط بإعتدال معدلات درجة الحرارة وانما ايضاً بانتظام معدلات الدفء بها (Latif, 2006). بدات العصور الجليدية مباشرةً بعد انتهاء

العصر الطباشيري حيث إنخفضت معدلات تركيزات غاز ثنائي اوكسيد الكربون في الغلاف الجوي حتى وصلت الى 190 جزء بالمليون مما ادى الى إنخفاض درجة حرارة الأرض ومحيطها الغازي وهذا ما ساعد في ظهور أول عصر جليدي مر على كوكب الارض (Rahmstorf, 2007).

من أهم التفسيرات للعصور الجليدية (وهي تغيرات مناخية) ما توصل اليه عالم الرياضيات البلجيكي جوزيف ادهيمر Joseph Adhemer عام 1840 والتي نصت على إن التغير في محور دوران الأرض حول الشمس وما يرافقها من اختلاف في شدة الاشعة الكونية الواصلة للأرض تؤدي الى زيادة او نقصان في كميات الثلوج والجليد القاري (Rahmstorf, 2007).

طور العالم الفيزيائي والفلكي الصربي ميلوتان يانكوفيتش عام 1930 تفسير العالم جوزيف ادهيمر واثبت من خلال نظريته المشهورة والتي اعترف بها العلماء فيما بعد بأن العصور الجليدية تحصل حين يتغير محور دوران كوكب الارض من الدائري الى البيضوي مرة كل مائة الف عام فتمر بذلك الأرض بعصر جليدي وقد تحدثنا عن هذا الموضوع (نظرية ميلانكوفيتش) في المبحث الأول. أشار باول كروتزن Paul Crutzen والحائز على جائزة نوبل للعلوم الى ان ظاهرة الإحتباس الحراري وزيادة تركيزات غاز ثنائي اوكسيد الكربون والتي نتجت عن النشاطات البشرية قد تؤدي الى تأخير مرور الكرة الارضية بالعصر الجليدي الطبيعي القادم مما يؤدي الى بروز عصر مناخي جديد سماه العصر البشري (Crutzen, 2003).

إن النظام البيئي هو نظام حساس جداً يتاثر بالتغييرات الطفيفة الحاصلة في توازن الطاقة ان اي تغيير ولوكان بسيطاً من الناحية الرقمية ممكن له ان يحدث تغيرات مناخية كبيرة وخطيرة في مناخ الارض. ان زيادة معدلات تركيزات غاز ثنائي اوكسيد الكربون في الغلاف الجوي من 190 جزء بالمليون الى 270 جزء بالمليون ممكن له ان يؤدي الى انتقال من عصر جليدي الى عصر دافيء قد يدوم لالاف

الأعوام. كما ان إرتفاع تركيزات هذا الغاز من 280 جزء بالمليون الى 380 جزء بالمليون أو أكثر يمكن له ان يؤدي الى تاخير او عدم مرور كوكب الارض بعصر جليدي جديد. إن أي تغيير في معدلات تركيزات غازات الإحتباس الحراري مهما كان بسيطاً من الناحية الرقمية يمكن له ان يؤدي إلى تغيرات مناخية مؤثرة في كوكب الأرض.

المبحث الرابع

أسباب ظاهرة الإحترار الكوني الحالي والعوامل التي تقو الى التغير المناخي.

تعود أسباب ظاهرة الإحترار الكوني الى عدة أسباب كما يراها العلماء والمهتمون بالبيئة. إذا يرى فريق من العلماء أن غازات الإحتباس الحراري هي المسؤلة عن إرتفاع درجة حرارة الأرض والتغيرات المناخية (Rahmstorf, 2007; Latif, 2006; Tanaka; 2006). فيما يرى فريق آخر أن الأسباب تعود الى تاثير العوامل الطبيعية مثل حرائق الغابات والبراكين والتذبذب في شدة الأشعة الشمسية والإختلاف في مدارات الأرض والأقطاب الجغرافية والمغناطيسية (ميلوتين يانكوفيتش).

مرت الكرة الارضية خلال الـ مليون سنة المنصرمة بمجموعة من الاطوار بعضها جليدي زحفت خلالها الثلوج الى وسط وجنوب اوربا وانخفضت خلالها معدلات درجة حرارة كوكب الارض ومحيطها الغازي وبعضها وصلت عندها درجات الحرارة ضمن الحدود الطبيعية، وقد مركوكب الأرض باخر عهد جليدي قبل حوالي عشرين ألف سنة (موسى، 1996). وخلال تلك الحقبة الزمنية سادت الكرة الأرضية عصور جليدية كل حوالي مئة الف عام تقريباً تتبعها عصور يسودها المناخ الطبيعي. وفي تلك العصور لم تكن مستويات تركيزات غازات الإحتباس الحراري ترتفع عن المعدلات الطبيعية (270 جزء بالمليون) ولذلك لم يكن لها اي تاثير في ارتفاع درجة حرارة ألأرض وغلافها الغازي أو في التغير المناخي لكوكب الارض. يمكن القول ان العوامل الطبيعية مثل البراكين وحرائق الغابات والهزات الأرضية تؤثر في التغير المناخي لكن هذا التاثير يكون محدوداً ولا يدوم لفترة طويلة (Latif, 2006). إن ما يحصل الان من تغير مناخي ملحوظ وإرتفاع في درجات حرارة الأرض ومحيطها الغازي يترافق مع إرتفاع متواصل في تركيزات غازات الإحتباس الحراري وخصوصاً غاز ثنائي اوكسيد الكربون حيث إرتفعت نسبته من 270 جزء بالمليون قبل الثورة

الصناعية الى حوالي 380 جزء بالمليون تقريباً عام2005 (بزيادة مقدارها 30٪). إن تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون قد إرتفعت كذلك في مياه المحيطات والبحار مما أدى الى زيادة حمضية المياه الأمر الذي أثر على حياة الأحياء البحرية (Sabine, 2004). تشيرالابحاث والدراسات والتجارب المختبرية الى ان هذه التركيزات لغاز ثنائي اوكسيد الكربون هي الأعلى منذ 700 الف سنة مضت (IPCC, 2001). يعكس ذلك العلاقة المباشرة بين التغير المناخي الذي يسود الأرض حالياً وزيادة معدلات تركيزات الغازات المسببة للإحترار الأرضي. يتحمل الإنسان المسؤلية المباشرة عن هذه الظاهرة وما تسببه من كوارث طبيعية وتغيرات سلبية في البيئة الطبيعية (تلوث الهواء والماء والتربة) واختلال في التوازن البيئي الطبيعي الذي كان يسود كوكب الأرض (Latif, 2006).

إن تزايد نشاط الإنسان في المجال الصناعي والزراعي والمنزلي وغيرها من النشاطات البشرية الأخرى مثل عمليات التعدين وعمليات توليد الطاقة في المحطات التي تعمل على حرق الوقود الإحفوري والاستعمال المتزايد لوسائل النقل (طائرات، قطارات ، باصات ، سيارات صغيرة) وما تستهلكه من انواع الوقود ناهيك عن الإستخدام المتزايد والمفرط للأجهزة الكهربائية في البيوت (طبخ ، كوي ، غسل، تدفئة .. الخ) هو من العوامل الأساسية لزيادة إستهلاك الطاقة والتي تاتي نسبة عالية منها عن طريق إستهلاك مختلف انواع الوقود والذي يؤدي الى إنطلاق مختلف أنواع الغازات الى الغلاف الجوي وعلى راسها الغازات المسببة للإحتباس الحراري . من جهة ثانية تسبب الإنسان عن قصد بقطع الأشجار المعمرة وبتحويل ملايين الكيلومترات المربعة من الغابات الاستوائية في منطقة الامازون في أميركا الجنوبية وفي الغابات الاستوائية في جنوب شرق آسيا الى أراضي للزراعة الحقلية ولرعي الابقار وبذلك فانه قلل إمكانية التخلص من غاز ثنائي أوكسيد الكربون التي تستهلك في عملية التمثيل الضوئي (Bauer, 2007).

يؤثر العامل الطبيعي في ظاهرة الإحتباس الحراري، إذ تعمل البراكين مثلاً على إطلاق كميات كبيرة جداً من بخار الماء وغاز ثنائي أوكسيد الكربون علاوة على

غازات ثنائي اوكسيد الكبريت SO_2 وكبريتيد الهيدروجين H_2S (موسى، 1966). ويعد الرماد البركاني للنطلق من فوهات البراكين بمثابة مواد عالقة في الجو تؤثر على الإشعاعات المنطلقة من الارض وتحبسها في الطبقات الهوائية القريبة من الارض، فضلاً عن الحرارة المنطلقة من فوهة البراكين التي ترفع درجة حرارة الهواء ودور الطمى البركاني في تسخين الأرض والهواء في آنٍ واحد (موسى، 1996).

فيما يتعلق بتاثير العوامل الكونية والطبيعية الأخرى في الإحترار الكوني، لم تسجل العوامل الكونية مثل إنحراف الارض عن مسارها عند دورانها حول الشمس وشدة الاشعة الشمسية الواصلة الى الارض ولا الضواهر الطبيعية كالبراكين تغيراً ملحوظاً كبيراً خلال القرن الماضي. يدل ذلك على أن تأثير ذلك لم يكن مؤثراً في ارتفاع درجة حرارة الأرض والتغير المناخي خصوصاً منذ الثورة الصناعية ولحد يومنا هذا (Latif, 2006).

من هنا يبرز دور العامل البشري على اعتباره أهم عامل مؤثر في الإختلال الحاصل في التركيبة الغازية للهواء والتي ينتج عنها تغيراً ملموساً في مناخ كوكب الارض إن الإنسان وافراطه في حرق مصادر الطاقة (الوقود الإحفوري) وإستهلاكه المتزايد للطاقة وعدم إهتمامه بالإجراءات والمساعي التي تهدف الى التقليل من إستخدام الطاقة والتقليل من الإنبعاثات الغازية الملوثة للغلاف الجوي يعتبر هو المسؤل المباشر عن التغير المناخي الذي طرأ على مناخ الأرض اعتباراً من الثورة الصناعية والى يومنا هذا (Rahmstorf, 2007). ان انتباه الانسان لسؤ سلوكه اتجاه البيئة جاء متاخراً ومتاخراً جداً وان انتقاله للحصول على الطاقة التي يحتاجها لمصادر الطاقة المتجددة والبديلة والمتمثلة بالطاقة المنتجة عن طريق الرياح وتيارات المياه واستخدام المياه الجوفية الحارة كان متاخراً جداً ايضاً. على الإنسان ان يعي الخطر الذي يواجه البشرية والحياة البرية ويتحمل المسؤلية كاملة عن دوره في تلويث البيئة وتغيير معالمه

المخاطر الناتجة عن التغير المناخي

أشار التقرير الصادر في شباط 2007 عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير

المناخ IPCC انه بات من المؤكد بالنسبة للعلماء بان الحرق الزائد للوقود الاحفوري في الانشطة البشرية المتعددة هو المسبب لظاهرة الاحتباس الحراري. وكان التقرير الأخير لهذه الهيئة والصادر عام 2001 قد توقع ان ترتفع درجة حرارة المحيط الجوي لكوكب الارض بما يتراوح بين 1.8 الى 5.8 درجة مئوية بحلول العام 2100 وتؤكد التقارير المذكورة ان الانسان ومن خلال نشاطاته المتعددة اصبح يواجه مشاكل بيئية كبيرة كان هو السبب الرئيسي في حصولها. يشير الارتفاع في اسعار النفط في الاسواق العالمية في النصف الاخير من عام 2008 وجود زيادة كبيرة في معدلات الطلب على المنتجات البترولية مما يعكس ان استهلاك الوقود الاحفوري للحصول على الطاقة في تصاعد مستمر رغم تحذيرات العلماء والمتخصصين بالبيئة بضرورة الانتقال التدريجي لمصادر طاقة اخرى كالطاقة المتجددة تكون اكثر رفقاً بالبيئة من الوقود الاحفوري (IPCC, 2001).

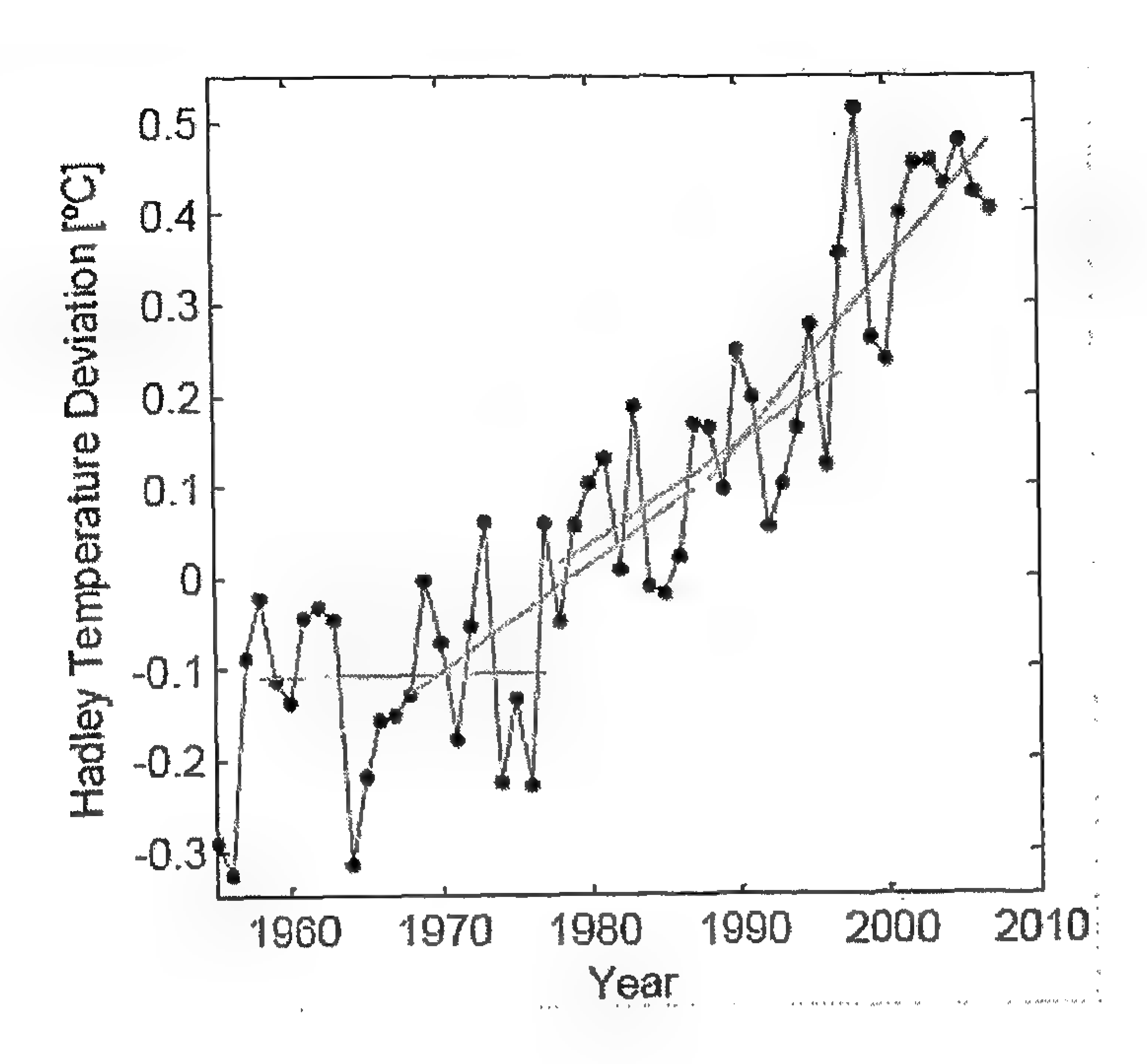
مخاطر إرتفاع درجة حرارة الأرض

إن إنخفاض معدلات درجة حرارة كوكب الارض يمكن له أن يوصلنا الى عصر جليدي جديد أما إرتفاع معدلات درجة حرارة كوكب الأرض حتى ولو كان بمقادير بسيطة كما هو حاصل الان فانه سيؤدي بالتاكيد الى كوارث بيئية لا يمكن تخيلها. تشير مراكز الارصاد المناخي ان متوسط درجة حرارة الارض قد ارتفعت خلال القرن الماضي 0.6 درجة مئوية وان هذا الارتفاع في درجة الحرارة سوف يزداد بالمستقبل بسبب الإنفجار السكاني وتزايد الإستهلاك الوقود الإحفوري (IPCC, 2001). ان هذه الزيادة الطفيفة في درجة الحرارة قد سببت الكثير من الكوارث البيئية المتمثلة بالفيضانات، الجفاف، الاعاصير، وحرائق الغابات. كما أشارت توقعات اخرى الى أن متوسط درجة حرارة الأرض سيبلغ عند نهاية القرن الحالي 1.4 – 5.8 درجه مئوية وستؤدي هذه الزيادة في متوسط درجة الحرارة الى مشاكل بيئية وانسانية لا يمكن السيطرة عليها (Rahmstorf, 2007).

أشارتا Omphalius and Azagli (2008) الى إن متوسط درجة حرارة كوكب الارض إرتفعت في المئة سنة الاخيرة 0.6 درجة مئوية وان هذا التغيير في

درجة الحرارة رغم محدوديته كان مؤثراً جداً بحيث ادى الى حدوث تغيرات كبيرة في مناخ الكرة الأرضية منها ازدياد عدد الكوارث الطبيعية والذوبان المتسارع لثلوج القطبين الشمالي والجنوبي وانقراض انواع كثيرة من الحيوانات والنباتات. شهدت العقود الخمسة المنصرمة إعتباراً من ستينيات القرن الماضي إرتفاعاً ملحوظاً في معدلات درجة حرارة كوكب الأرض كانت نتيجتها تغيرات كبيرة في المناخ العالمي وخصوصاً في الدول النامية والفقيرة وهي أكثر الدول التي تعاني من مساويء هذه الظاهرة (شكل 3). بينت حداد (2008) ان جليد القطب الشمالي قد خسر نحو ثلث مساحته خلال الثلاثين سنة المنصرمة وسجل مستواه الادنى عام 2007. كما وان ذوبان الجليد القطبي يبطل مفعوله التبريدي العاكس لاشعة الشمس مما يعني ازدياداً في الاحترار الكوني واختلالاً في انماط الطقس.

يؤكد جيردس Gerdes من معهد الفريد فيكينرAlfred-Wegener Inistiut في المانيا ان تحليل البيانات التي التقطتها الاقمار الصناعية اعتباراً من العام 1979 تشير الى ان حجم الجليد الموجود في القطب الشمالي تراجع الى اقل مستوياته 4.1 مليون كيلو متر مربع في عام 2007 وان القطب الشمالي قد خسر خلال السنوات السابقة اعتباراً من عام 1979 اكثر من 2.2 مليون كيلو متر مربع من الجليد بسبب الاحترار الكوني (Umweltschutz-news, 2008).



شكل 3. إرتفاع درجة الحرارة عالمياً خلال الخمسين عام المنصرمة (Wissenslogs, 2008)

من جانب آخر تؤكد بعض التقارير إن الجليد في القطب الشمالي سوف يقل بنسبة 50٪ بحلول العام 2100 اذا استمرت درجات الحرارة بالارتفاع عن معدلاتها. وهذا يعني ان خاصية عكس الأشعة الشمسية الساقطة على الجليد (البيدو) ستقل مما يسبب في زيادة ارتفاع حرارة كوكب الارض وقد يفاقم مشكلة التغير المناخي التي يعاني منها كوكب الارض حاليا (.klimawandel-global, 2008).

يقع جبل كليماندشارو Klemandscharo بين كل من تانزانيا وكينيا وهو أعلى جبل في قارة أفريقيا ويبلغ إرتفاع قمته 5895 متر فوق مستوى سطح البحر وكان الجبل مغطى بكميات كبيرة من الثلوج في القرن قبل الماضي. تشير التقارير والصور الميدانية الحديثة لجبل كليماندشارو الى ان هذا الجبل قد فقد نسبة عالية جداً من الجليد

بحيث لم يبقى به سوى بقع من الثلج تغطي قمته. السبب يعود كما تؤكد هذه التقارير الى قلة المتساقطات من الثلوج وإرتفاع درجة الحرارة، حيث ان درجة الحرارة فوق هذا الجبل في النهارفي موسم الشتاء تعدت الصفر المئوي (2008.Klimawandel- , global.de). من جانب اخر اثبتت التقارير العلمية الصادرة عن الأكاديمية العلمية الصينية في بكين من ان الجبال الثلجية المتواجدة بالصين فقدت حوالي 18 ٪ من حجمها خلال السنوات الخمس الماضية، وان المساحة الكلية للجليد في الجبال الصينية والبالغة مساحتها 20 الف كيلو متر مربع فقدت حوالي 7.4 من مساحتها الاجمالية بسبب الاحترار الكوني (2008Klimawandel-global.de ,).

الأخطار التي تواجه البيئة بسبب الإحتباس الحراري

نتيجة للإرتفاع الذي حصل في معدلات درجة حرارة كوكب الأرض وارتفاع درجة حرارة مياه البحار والمحيطات إعتباراً من عام 1970 م والتي لم تحصل بسبب زيادة في شدة الإشعاعات الشمسية (Solanki, 2003).حصلت تغيرات مناخية وبيئية جوهرية في الكرة الأرضية خلال العقود الأربعة الماضية سببها ظاهرة الإحتباس الحراري نوجز أبرزها بما يلي :

- إزدياد عدد وشدة الأعاصير والفيضانات وحرائق الغابات وموجات الجفاف التي حصلت في مناطق مختلفة من العالم وخصوصاً في المناطق التي يزداد بها إستهلاك الوقود الإحفوري وما يصاحبه من إنبعاثات غازية مثل اميركا الشمالية واوربا وجنوب شرق اسيا وذلك لان هذه المناطق من العالم هي مناطق صناعية عظمى وتستهلك نسبة عالية من حجم إستهلاك العالم للطاقة.
- شدة الاعاصير والامطار الغزيرة وارتفاع مستوى سطح البحر يهدد المناطق الساحلية والمعروفة بارتفاعاتها المنخفضة مثل بنغلاديش وهولندا وجزر الكاريبي ومدن مثل هامبورغ وهونج كونج والبصرة بالغرق. سيؤدي هذا الامر مستقبلاً الى نزوح الملايين من البشر من مناطق سكنهم وسيسبب خسائر مادية تقدر بالاف المليارات من الدولارات.
- زيادة في عدد وشدة حرائق الغابات التي اجتاحت مناطق كثيرة من العالم كما

حصل مؤخراً في كل من الولايات المتحدة الأمريكية واليونان وتركيا وايطاليا والبرتغال ولبنان والتي ادت الى القضاء على الحياة في الغابات وزادت من معدلات التلوث الهوائي والمائي في هذه المناطق وادت الى تشريد الملايين من مدنهم وقراهم.

- الذوبان السريع لجبال الجليد في القطبين الشمالي والجنوبي وجبال الهملايا مما أدى وسيؤدي إلى ضياع الإحتياطي العالمي من الماء العذب والصالح للإستهلاك البشري والزراعي وسيؤدي الى إرتفاع مستوى سطح البحر مما يهدد المناطق الساحلية بالفيضانات المدمرة. رصدت الأقمار الصناعية إنخفاظاً في كميات الجليد في القطبين بين 1979- 2005 مقداره 25٪ (Correll, 2004).
- زيادة معدلات الامطار في الجزء الشمالي من العالم والمناطق المدارية مقابل تعرض المناطق الوسطى والمناطق الجافة والاستوائية الى موجات من الجفاف والتصحر وهذا بدوره سيؤدي الى موت الحيوانات والنباتات والى تشريد ملايين من البشر عن اوطانهم.
- إجتياح موجات من الحر الشديد لمناطق كانت تعرف باعتدال مناخها او باجوائها الباردة مثل اوربا تلك الموجات من الحر سببت في صيف عام 2003 وفاة 35 الف شخص في اوربا غالبيتهم من كبار السن والاطفال (WMO, 2003).
- الإنتقال التدريجي للحشرات والافات الزراعية من أفريقيا الى جنوب أوربا او من جنوب اوربا الى شمالها كما حصل مع حشرة صغيرة تشبه القراد اجتاحت غابات المانيا في الأعوام الثلاث الماضية وأدت لاصابة أكثر من 200 ألف شخص بأمراض متعددة منها التهاب الدماغ وأغشيته والحساسية المزمنة.
- توسع مدى انتشار وانتقال بعض الامراض مثل الملاريا الى مناطق اخرى لم يكن المرض معروفاً بها مثل جنوب اوربا واصابة الألاف. معروف ان مرض الملاريا هو من الأمراض التي تستوطن المناطق الإستوائية الحارة وان هذا المرض يحصد ارواح الملايين من البشر سنويا وان انتشاره يعتبر كارثة بيئية

وصحية.

- إزدياد عدد المجاعات بسبب الجفاف الشديد الذي يصيب بعض مناطق أفريقيا وأسيا كالسودان وكينيا والصومال واثيوبيا والهند وباكستان ويؤدي الى موت الملايين من الماشية ناهيك عن الدمار الذي يصيب الحقول الزراعية اضافةً لموت وتشريد ملايين من البشر عن مناطقهم.
- تفاقم ازمة المياه الصالحة للشرب بالعالم نتيجة التسارع في تبخر مياه البحيرات والأنهار والجليد القطبي مما يهدد بكوارث بيئية خطيرة بسبب معانات مناطق كثيرة في أفريقيا كاثيوبيا والصومال وفي آسيا مثل سوريا ولبنان والاردن وفلسطين وإسرائيل والهند وبنغلاديش من ندرة المياه الصالحة للشرب والري. كما ويهدد هذا الموضوع إستقرار هذه المناطق بسبب خطر نشوب حروب على المياه بين هذه البلدان.
- إنتشار الأوبئة والامراض مثل الكوليرا والاسهال وموت الآلاف من البشر وخصوصاً الأطفال منهم بالمناطق المنكوبة بالأعاصير والفيضانات بسبب إختلاط مياه المجاري بمياه الشرب.
- التهديد المباشر للحياة البرية والذي يصل لحو 30٪ بسبب التغيير السلبي والخطير الذي حصل في البيئة الحيوانية والنباتية كنتيجة لظاهرتي الاحتباس الحراري والتغيرالمناخي. سيؤدي التغيير حتماً الى إنقراض الكثير من الأنواع النباتية والحشرية والحيوانية البرية كما هو حاصل حالياً للدب القطبي. تؤكد بعض الدراسات أن التغير المناخي يؤدي الى إنقراض حوالي 40 – 100 كائن حي نباتي او حيواني يومياً (إبراهيم، 2006).

المبحث الخامس

تلوث جو الأرض بسبب نشاطات الإنسان في

إطلاق غازات الإحتباس الحراري وتدمير طبقة الأوزون

يعرف التلوث الهوائي على انه كل تغيير في خصائص ومواصفات الهواء الطبيعي يترتب عليه خطراً على صحة الإنسان والبيئة، سواء كان هذا التلوث ناتجاً عن عوامل طبيعية أو نشاط إنساني (طاحون، 2004). ويعد من المشاكل الخطيرة التي تواجه الإنسان والكائنات الحية وعندما يصل الى مرحلة خطيرة يكون من الصعب السيطرة عليه وإيقاف أخطاره المتعددة والمدمرة. يؤكد الكثيرمن الباحثين والعلماء البيئيين على ان التلوث البيئي والعوامل المؤدية اليه قد تزايدت نتيجة التطور العلمي الذي حصل في علوم الكيمياء والأحياء وكذلك ايضاً للتطور الصناعي الهائل وحاجات الإنسان المتزايدة للمواد الاولية والمصنعة. تمكن الإنسان في القرنين الماضيين من إكتشاف وتصنيع الكثير من المواد الكيميائية التي لم تكن معروفة من قبل مثل المواد البلاستيكية وغازات مثل غاز كلورو فلوروكاربون وثلاثي فلوريد النيتروجين (NF_3) وغيرها من المواد (Latif, 2006). غزت المواد الكيميائية الصناعة وخصوصاً الصناعات الكيميائية والبلاستيكية والبيتروكيمياويات وباتت بعض المواد كالاحماض مثل حامض النتريك HNO_3 وحامض الكبريتيك H_2SO_4 وحامض الهايدروكلوريك HCl مواد تدخل في الكثير من الصناعات العضوية وغير العضوية وهي بالتالي مواد تتحول من شكل الى آخر نتيجة تفاعلها مع غيرها من المواد الكيميائية وتؤدي ايضاً الى تحرير الجرة وغازات تتصاعد الى الغلاف الجوي وتسبب تلوثاً خطيراً للهواء والمياه والتربة. ويسمى هذا النوع من التلوث بالتلوث المستحدث لانه ناتج عن مواد كيميائية مصنعة من قبل الانسان لم تكن معروفة او مستخدمة قبل الثورة الصناعية والتكنولوجية التي بدات في القرن الثامن عشر الميلادي.

يشير المقدادي (2006) الى ان عدد سكان كوكب الأرض يبلغ حالياً أكثر من 6 مليار نسمة وإن هذا العدد قابل للزيادة بسبب زيادة معدلات النمو السكاني

العالمي. يؤدي النمو السكاني المتزايد الى زيادة الطلب على المواد الأولية الداخلة بالصناعة وكذلك على الوقود الإحفوري بكافة أنواعه من اجل توفير الطاقة اللازمة لتلبية حاجيات الانسان المتزايدة في نشاطاته المنزلية والصناعية. يحصل التلوث الهوائي نتيجة للعوامل الطبيعية المتمثلة بالبراكين وحرائق الغابات التي تحصل بفعل إرتفاع درجة حرارة المواد العضوية مثل اوراق الأشجار المتساقطة او الحشائش الجافة في فصل الصيف او نتيجة للعوامل البشرية والصناعية الناتجة عن عوادم وسائط النقل أو الإنبعاثات الغازية الناتجة عن عمليات التصنيع المختلفة وعمليات حرق الوقود الإحفوري. تعد وسائط النقل المختلفة عاملاً اساسياً في تزايد تلوث الهواء، إذ تستخدم عادةً البنزين والديزل (المازوت) والغاز كمصدر للطاقة. ويعد الديزل من اكثر انواع الوقود ضرراً بالبيئة والصحة العامة ويحتوي على نسبة 4 ٪ من عنصر الكبريت الذي يؤدي احتراقه الى اطلاق غازات مضرة بالبيئة مثل أكاسيد الكبريت. اما نسبة الرصاص بالديزل فتقدر بحواي 3.9 ملغم/كغم ويؤدي احتراقه الى تكوين اكاسيد الرصاص المضرة (طاحون، 2004).

تتحد بعض الأكاسيد مثل أكاسيد الكبريت والكربون والنيتروجين والناتجة عن النشاطات البشرية والصناعية مع الماء والرطوبة وترفع من حمضية الأمطار الساقطة على الأرض (المطر الحامضي) التي تؤدي الى تلوث المياه والتربة والى موت النباتات.

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 \qquad [5]$$

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \qquad [6]$$

تقسم المواد الملوثة الى مواد ملوثة قابلة للتحلل عضوياً بفعل نشاط البكتريا واخرى غير قابلة للتحلل عضوياً. وتتصف المواد غير القابلة للتحلل عضوياً بكونها مواد خطرة بيئياً تتحول بالتفاعل مع غيرها من المواد الكيميائية الى مركبات جديدة يصعب التخلص منها ويبقى تاثيرها وخطورتها لمدد زمنية طويلة جداً ومن هذه المواد غاز كلورو فلوروكربون وغاز ثلاثي فلوريد النيتروجين.

يعد غاز ثلاثي فلوريد النيتروجين (NF_3) من الغازات المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري وان فعاليته تفوق فعالية غاز ثنائي أوكسيد الكربون بحوالي 17

الف مرة كما وان فترة بقاءه تقدر بحوالي 740 سنة. وتظهر التقنيات الحديثة إنه يوجد حوالي 5400 طن متري من هذا الغاز في الغلاف الجوي وان الكميات تزداد بمعدال 11 ٪ كل عام بسبب إستغناء الشركات والمصانع عن الغازات المسببة لتاكل طبقة الأوزون وإستبدالها بغاز ثلاثي فلوريد النتروجين. يلعب هذا الغاز دوراً متزايداً في تفاقم ظاهرة الاحترار الكوني ويجب اضافته الى الغازات المسببة للتغير المناخي. وتشير التقديرات السابقة ان مستويات هذا الغاز كانت أقل من 1200 طن متري في عام 2006 (Weiss, 2008).

دور الإنسان في تاكل طبقة الأوزون

يعد غاز الأوزون O_3 هو من الغازات الموجودة في طبقة الستراتوسفير على أرتفاع 15 – 30 كم من الغلاف الجوي (التميمي، 2006). وينتج من أتحاد ذرة واحدة من الأوكسجين الذري O مع جزيء من غاز الأوكسجين O_2 بوجود الأشعة فوق البنفسجية (Ultra Violet, UV) كعامل مساعد لتكوين الأوزون ثلاثي الاوكسجين O_3. يلعب الأوزون دوراً كبيراً في وقاية كوكب الأرض من تاثيرات الأشعة فوق البنفسجية الضارة. إذ يمتص هذا الغاز مابين97 - 99 ٪ من هذه الأشعة الداخلة الى الغلاف الجوي لكوكب الأرض بينما يسمح بمرور الأشعة الحرارية تحت الحمراء التي ترفع درجة حرارة الأرض وتمدها بالدفء (إسماعيل، 2006). تكمن خطورة الأشعة فوق البنفسجية في قدرتها (عند زيادة كمياتها الواصلة الى الأرض) على القضاء على البلانكتون البحري وبذلك تتحطم السلسلة الغذائية في البحار والمحيطات الأمر الذي ينعكس سلباً على الحياة البحرية والبرية للأرض. ويؤدي التعرض الزائد لهذه الأشعة الى إصابة الأنسان والحيوانات بسرطانات الجلد كما ويؤدي ايضاً الى تلف المحاصيل الزراعية أو الى تقليل إنتاجها بنسبة قد تصل الى 30 ٪ (جمعة، 2006).

تتجمع الغازات المضرة بطبقة الأوزون في طبقة الستراتوسفير على إرتفاع اكثر من 8 كم فوق منطقة القطبين وتقوم بمهاجمة جزيئات الاوزون وتقلل من تركيزها مما

يسبب في غرتفاع كمية الأشعة فوق البنفسجية الواصلة الى سطح الأرض (موسى، 1996).

وتتمكن ذرة واحدة من الكلور مثلاً من مهاجمة وتحطيم حوالي مائة الف جزيء من غاز الأوزون. بدأ الأهتمام العالمي بتاثيرات غاز كلوروفلوروكربون على طبقة الاوزون بعد التحذيرات الذي اطلقها عام 1974 كل من ماريو مولينا Mario Molina و فرانك شيروود رونالد Frank Sherwood Rowland من التاثيرات السلبية لمادة كلوروفلوروكاربون التي يستخدمها الأنسان في الثلاجات واجهزة التبريد المركزية وقناني مزيلات الروائح على طبقة الاوزون (الحناوي، 2004).

مركب كلوروفلوروكربون هو مركب عضوي هيدروكربوني خامل لايحترق وعديم اللون والرائحة. يحضر من إحلال الهالوجينات مثل الكلور والفلور محل ذرات الهيدروجين في المركب العضوي ويرمز لها بالرمز FCKW وتسمى في بعض الاحيان بالفلوروكلورو ميثان ($CFCl_3$ و CF_2Cl_2) (Laube, 2008). تم اكتشاف هذه الغازات من قبل توماس مدجلي Thomas Midgley العامل في شركة جينرال موتورز الأمريكية عام 1929 وتم انتاج هذه الغازات واستخدامها بالصناعة ابتداءاً من عام 1930 (Wikipedia, 2009). لوحظ في سبعينيات القرن الماضي ان إنطلاق كميات كبيرة من هذه الغازات الى الغلاف الجوي يؤدي الى تكسير جزيئات الأوزون في طبقة الستراتوسفير الجوية مما يؤدي الى إضمحلال هذه الطبقة وتكوين ثقباً كبيراً في هذه الطبقة يسمى ثقب الاوزون ياخذ بالتوسع وخصوصاً عند القطبين الشمالي والجنوبي للكرة الارضية. وتعد غازات فلوروكلوروكربون من الغازات الخاملة عندما توجد بالقرب من سطح الأرض وعندما تصل الى طبقة الستراتوسفير، تتمكن الاشعة فوق البنفسجية من تفكيكها مما يؤدي الى إنطلاق ايونات الفلور والكلور التي تهاجم جزيئات الأوزون وتحطمها (الحناوي، 2004). في عام 1985 تم إكتشاف ثقب الأوزون لاول مرة فوق القطبين الشمالي والجنوبي لذلك صادقت مجموعة من

البلدان على إتفاقية مونتريال البيئية يوم السادس عشر من سبتمبر من عام 1987 والتي نصت على ضرورة تقليل إنتاج هذه الغازات (إسماعيل، 2006). وفي التاسع والعشرين من شهر مايو 1990 تمت المصادقة على المعاهدة الدولية لمنع إنتاج هذه الغازات إعتباراً من العام 2000 في المؤتمر العالمي لحماية طبقة الأوزون المنعقد في مدينة لندن. وإتفقت الدول في هذه المعاهدة على تقليل إنتاج هذه الغازات بنسبة 50 ٪ حتى عام 1995 وبنسبة 85 ٪ حتى عام 1997 (Wikipedia, 2009).



الفصل الثاني

الإحترار الكوني والكوارث

المبحث الاول

كيف تحدث الكوارث

الكوارث هي أخطار كبيرة، غالباً ما تكون مفاجئة تصيب الإنسان والبيئة المحيطة به وتؤدي الى خسائر بشرية وبيئية ومادية فادحة ويدوم تاثيرها لفترة طويلة من الزمن. وتقسم الكوارث البيئية حسب نوعية المسبب للكارثة البيئية الى نوعين هما (الحناوي، 2004):

1. كوارث بيئية طبيعية

الكوارث البيئية الطبيعية هي كوارث تؤدي الى حدوث دمار كبير في البيئة عرفها الإنسان منذ قديم الزمان وتلعب الطبيعة الدور الأساسي في حصولها مثل الهزات الارضية والزلازل والبراكين والتسونامي والفيضانات والجفاف والتصحر والإنزلاقات الأرضية وحرائق الغابات (الحناوي، 2004).

2. كوارث بيئية تكنولوجية

الكوارث البيئية التكنولوجية هي كوارث تؤدي الى حدوث دمار كبير في البيئة حديثة العهد على الإنسان ويلعب الأنسان الدور الأساسي في حصولها من خلال نشاطاته مثل الحوادث النووية في تشيرنوبيل، اوكرانيا عام 1986 او قصف مدينتي هيروشيما وناغازاكي في اليابان في عام 1945 اثناء الحرب العالمية الثانية من قبل الولايات المتحدة الأمريكية. من الكوارث التكنولوجية غرق ناقلات النفط العملاقة كما حصل للناقلة اكسون فالديز Exxon عام 1989 عندما تسرب اكثر من 40 الف طن من النفط الذي ادى الى تلويث السواحل البحرية بطول الفين كيلو متر. كذلك حوادث المصانع الكيميائية مثل حادثة مصنع الكيمياويات في مدينة زيفيزو Seveso في إيطاليا عام 1976 عندما تسرب وانتشر كيلوغرامين من مادة الدايوكسين Dioxin الخطرة وقطع أشجار الغابات في غابات الأمازون وتجفيف البحيرات كما حصل في بحيرة الأورال في روسيا أو تجفيف أهوار جنوب العراق وما سببه من اثار سلبية خطيرة على السكان والبيئة الطبيعية التي يعيشون فيها (Planet-wissen.de , 2009).

تجدر الإشارة الى أن الأنسان ومن خلال نشاطاته المختلفة وسوء إدارته للبيئة التي يعيش فيها يؤثر في حدوث بعضاً من هذه الكوارث البيئية الطبيعية. فعلى سبيل المثال يتسبب الإنسان وفي كثير من الأحيان بشكل مباشر في إندلاع حرائق الغابات كما هو حاصل في غابات الأمازون في جنوب القارة الأمريكية او في حرائق الغابات التي حصلت في أستراليا في شباط 2009 حيث لعب الأنسان دوراً سيئاً للغاية في حدوث هذه الكوارث البيئية والتي تعد من أهم المشاكل البيئية التي تواجه الإنسان حالياً (Riedler, 2009).

تلعب ظاهرة الإحتباس الحراري وما تسببه من تغير مناخي ملحوظ في الكثير من مناطق العالم دوراً مهماً وخطيراً في تفاقم شدة وعدد الكوارث البيئية الطبيعية وبشكل خاص الأعاصير والفيضانات والجفاف والتصحر. حذر التقرير الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ والذي اعدته الوكالة الأوربية للبيئة والمكتب الأوربي لمنظمة الصحة العالمية ومركز الأبحاث المشتركة في المفوضية الأوربية من ان تغير أنماط المناخ يؤدي الى مضاعفة الإختلال بين شمال الكرة الأرضية المشبع بالمياه بنسبة ارتفعت مابين 10-40٪ في القرن العشرين وجنوب الكرة الأرضية اذ يتفاقم جفافه حيث الأمطار اقل بنسبة 20٪ على الأقل في بعض المناطق من العالم. يبين هذا إن عدد وشدة الأعاصير والفيضانات في النصف الشمالي من الكرة الأرضية في تزايد مستمر وبالمقابل فان ظاهرة الجفاف والتصحر في النصف الجنوبي من كوكب الارض باتت ظاهرة طبيعية تهدد الكثير من البلدان وخصوصاً شبه القارة الهندية والمنطقة العربية والساحل الشرقي لأفريقيا (الحناوي، 2004).

كيف تحصل الكوارث البيئية الطبيعية؟

الأعاصير والعواصف المدارية :

الأعاصير هي عواصف هوائية دوارة حلزونية عنيفة وتتشكل من مجموعة من العواصف الرعدية وتمثل أكبر أنواع العواصف المدارية والإستوائية وتسمى العاصفة إعصاراً عندما تزيد سرعة الرياح عن 119 كم بالساعة (الحناوي، 2004). يسمى الإعصار في المحيط الاطلسي ومنطقة الكاريبي بالهريكان (Hurrican) بينما يسمى نفس الإعصار في المحيط الهندي وجنوب شرق آسيا بالتايفون (Typhoon) (الحناوي، 2004). يتكون الإعصار عندما تسخن المياه السطحية للمحيطات الإستوائية بالقرب من خط الإستواء بين خطي عرض 5 شمال خط الاستواء وخط عرض 20 جنوباً في فصلي الربيع والصيف. يزداد تبخر المياه وترتفع درجة حرارة الهواء القريب من سطح الماء ويقل الضغط على الهواء القريب من سطح الماء نتيجة تمدد الجزيئات وزيادة الفراغات بينها بفعل إرتفاع درجة الحرارة. يندفع الهواء الساخن الى الاعلى في حركة حلزونية بينما يندفع الهواء البارد ذي الضغط العالي من أعلى الى أسفل. تتحرك الرياح الى منطقة الضغط الجوي المنخفضة ذات الحراره المرتفعة في مركز الإعصار من مناطق الضغط المرتفع وتتكون حركة دائرية حلزونية للهواء تسحب بخار الماء الى أعلى حيث يتكثف ويتساقط على شكل أمطار أو ثلوج. تبدأ الكتل الهوائية ذات العواصف الرعدية والبرقية في الدوران والحركة فتتكون عاصفة هوائية شديدة السرعة تعرف بالعاصفة الإستوائية أو المدارية. عند وصول سرعة الهواء في العاصفة المدارية الى أكثر من 119 كم/الساعة تتحول العاصفة المدارية الى إعصار مداري.

يتحرك الإعصار فوق مياه المحيطات ويؤدي الى تكوين الأمواج العالية التي قد يصل ارتفاعها الى عدة أمتار والتي تضرب السواحل وتؤدي في كثير من الاحيان الى إغراق السفن والسواحل. عند وصول الإعصار الى اليابسة يقوم بإقتلاع الأشجار وتهديم البيوت وإقتلاعها بسبب الضغط الجوي المنخفض وسط الإعصار. تعتمد القوة التدميرية للإعصار أو التورنادو على سرعة الرياح ومقدار الضغط الجوي المتكون في منطقة قمع التورنادو أو مركز العاصفة وكلما إزدادت سرعة الرياح

إزدادت بالمقابل القوة التدميرية للإعصار.كلما قل الضغط الجوي في مركز الإعصار أو التورنادو كلما زادت سرعة الرياح الداخلة الى قمع الإعصار لمعادلة التخلخل في الضغط الجوي في مركز الإعصار مما يؤدي الى تحطيم المباني وإقتلاع الأشجار. يصاحب الإعاصير عادةً امطاراً شديدة تسبب في حدوث فيضانات مدمرة وتؤدي الى إغراق السواحل والمناطق التي يمر بها الاعصار بالفيضانات وتسبب في موت الالاف من البشر ونفوق مئات الالاف من الأغنام والحيوانات البرية، فضلاً عن الخسائر الكبيرة التي تصيب المحاصيل الزراعية. كما تؤدي العواصف والأعاصير الى تدمير البنى التحتية مثل المدارس وأعمدة الكهرباء ذات الضغط العالي والطرق والمستشفيات والمصانع والبيوت وتؤدي ايضاً الى تشريد السكان وإنتشار الأمراض الوبائية التي تحصد أرواح الالاف من السكان وخصوصاً الأطفال والمسنين في المناطق المنكوبة (سفاريني، 2002). من نتائج الأعاصير التي تصيب بعض البلدان مثل بنغلاديش والهند إستفحال الفقر بين السكان وإعاقة خطط التنمية المستدامة في هذه البلدان. ويعد الإعصار المدمر الذي ضرب بنغلاديش عام 1970 من أسوأ الأعاصير اذ ترك وراءه أكثر من 300 ألف قتيلاً ناهيك عن الخسائر المادية والدمار الذي أحدثه بالبيئة الطبيعية برمتها بموت ملايين الأشجار وغرق عشرات الالاف من المزارع وتهديم البيوت والمدارس والمستشفيات وتخريب طرق المواصلات....الخ (سفاريني، 2002).

الجفاف والتصحر

الجفاف والتصحر من الكوارث الطبيعية التي تحصل نتيجة نقص المياه وبشكل خاص قلة أو إنعدام سقوط الأمطار وتؤدي الى موت المزروعات والمحاصيل والأشجار المعمرة وتؤثر سلباً في الإنسان والحياة البرية والطبيعية في المناطق المنكوبة. من أهم الأسباب التي تؤدي الى حدوث الجفاف ندرة الأمطار وإرتفاع درجة الحرارة وزيادة نسبة التبخر المائي الناتج عنها. عادةً ما يسبب الجفاف موت الأغنام والماشية وإصابة المناطق المنكوبة بالمجاعات. كما إن إصابة منطقة معينة بالجفاف يجبر ساكنيها ومستوطنيها على الرحيل والهجرة وترك أوطانهم وأماكن سكناهم وحقولهم الزراعية

إلى مناطق اخرى مما يفاقم مشكلة الفقرفي المناطق المنكوبة. إن نقص الامطار والمياه يجعل النباتات لا تحصل على كفايتها من المياه مما يؤدي الى موت الأشجار والمحاصيل الحقلية. ويؤدي عدم سقوط الأمطار في بعض المناطق إلى الجفاف فتزداد بها الملوحة وتقل خصوبتها وتتاثر المياه الجوفية وتقل مخزونها من المياه العذبة نتيجة إنعدام سقوط الأمطار لفترات طويلة (Germanwatch.org, 2009).

كثيراً ما يصاحب الجفاف التصحر اذا استمر لسنوات عديدة، إذ تتحول الأراضي الزراعية الخصبة المثمرة إلى أراضي صحراوية قاحلة بسبب زحف الرمال اليها (زحف الصحراء). ومن أهم المناطق التي تعاني من الجفاف والتصحر وخصوصاً في العقود الأخيرة منطقتي الساحل الشرقي لأفريقيا والمنطقة العربية (العراق وسوريا وبلدان الخليج العربي).

حرائق الغابات

من الظواهر الطبيعية التي عرفها الإنسان منذ العصور القديمة هي حرائق الغابات. وكثيراً ما أدت هذه الحرائق إلى موت سكان القبائل التي تعيش في الغابات والأحراش وقضت على مصادر عيشهم. لازالت حرائق الغابات تشكل مصدر خطر للإنسان والبيئة ألتي يعيش بها كما وتلعب هذه الظاهرة دوراً كبيراً في تفاقم مشكلة التغير المناخي وذلك بسبب الكميات الهائلة من الغازات ألتي تطلقها هذه الحرائق وبشكل خاص غازات الإحتباس الحراري وعلى راسها غاز ثنائي أوكسيد الكربون. لايشب الحريق في الغابات إلا بتوفر ثلاث عوامل أساسية (الحناوي، 2004):

1. المادة القابلة للإشتعال مثل اوراق الأشجار والأغصان الصغيرة اليابسة المتساقطة على الأرض وهي مواد هايدركربونية يدخل الكربون في تركيبها الكيميائي.
2. درجة الحرارة المرتفعة وخصوصاً في فصل الصيف.
3. غاز الأوكسجين(ألهواء) الذي يدخل في التفاعل الكيميائي (عملية الحرق).

أما أسباب نشوب حرائق الغابات فتقسم الى قسمين:

1. عوامل وأسباب طبيعية مثل الصواعق والبراكين والنيازك وإرتفاع درجة الحرارة في موسم الصيف وجفاف الغابات بفعل قلة او ندرة التساقط.
2. عوامل وأسباب بشرية مثل حرق الغابات وتحويلها الى مراعي أو أراضي زراعية حقلية وحرق المزارع من قبل الفلاحين بعد موسم الحصاد من أجل تحضيرها للموسم الزراعي التالي ورمي أعقاب السكائر المشتعلة من قبل المارة وعدم إطفاء النيران بشكل كامل بعد الانتهاء من اعمال الطبخ في الغابات وكذلك النيران التي تخرج من عوادم الأليات ووسائط النقل وغيرها من الأسباب.

تلعب ظاهرة الإحتباس الحراري دوراً خطيراً في ازدياد أعداد حرائق الغابات وذلك بفعل الزيادة الحاصلة في معدلات درجة الحرارة والتي تؤدي الى زيادة تبخر المياه من المادة العضوية مما يسهل في إشتعالها. كما وإن الجفاف (أحد نواتج الإحترار الكوني) وعدم نزول الإمطار في بعض المواسم يجعل هذه الغابات معرضة وبشكل أكبر الى الإحتراق كما حصل في كل من اليونان وتركيا والبرتغال والولايات المتحدة الامريكية وايطاليا في السنوات القليلة السابقة.

المبحث الثاني

الكوارث خلال العقود الأخيرة

عانى الإنسان كثيراً في العقود القريبة الماضية من الكوارث الطبيعية والبيئية والتي تتمثل في الهزات الأرضية والبراكين والفيضانات والأعاصير وحرائق الغابات والجفاف وموجات الحر والبرد الشديد التي إجتاحت الكثير من البلدان وأدت الى حدوث خسائر بشرية وبيئية وإقتصادية كبيرة قدرت بحوالي 1700 مليار دولار أمريكي (Höppe, 2006).

أكد Töppe (2006) من مؤسسة إعادة التامين في ميونخ إن السنوات الأخيرة شهدت تزايداً ملحوظاً في شدة وعدد الكوارث الطبيعية التي ضربت الكثير من البلدان وإرتفعت الخسائر المادية التي نجمت عن هذه الكوارث بشكل كبير. ويسوق معد القرير الكارثة البيئية والمتمثلة في الفيضانات التي ضربت منطقة دريزدن Dresden في المانيا في حزيران العام 2002 مثالاً على حجم الخسائر المادية والاقتصادية التي اصابت السكان والتي تقدر بحوالي ستة عشر مليار يورو. من جانب اخر يشير التقرير السابق الى إن موجات الحر الشديدة التي إجتاحت أوربا في حزيران عام 2003 والتي إرتفعت فيها درجة الحرارة عن معدلاتها المعروفة في أوربا قليلاً قد أدت الى وفاة اكثر من 35 الف مواطن أغلبهم من كبار السن والأطفال وكان نصيب فرنسا وحدها من هذه الكارثة حوالي 15 الف حالة وفاة. ان المعلومات الإرصادية الموثقة لدى المنظمة العالمية للإرصاد الجوي تؤكد على ان السنوات 1987 و 1995 و1997 و 1998 و 2001-2005 هي السنوات الأكثر حرارة منذ بداية تسجيل المعلومات الإرصادية عالمياً في عام 1861. تشير هذه المعلومات خلال العشرين سنة الاخيرة الى ان ظاهرة الإحترار الكوني هي حقيقة واقعة وان إيقافها بات من الأمور الصعبة على المجتمع الدولي لذلك بدأ المهتمون بهذه الظاهرة بالعمل ليس فقط على إيقافها وانما على إيجاد حلول مناسبة للتقليل من أثارها المدمرة (WMO, 2009).

من جانب أخر فان العام 2004 شهد وقوع أربع أعاصير مدمرة في منطقة الكاريبي و فلوريدا في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها كانت مجموع الخسائرالمادية

الناتجة عنها 62 مليار دولار أمريكي. أما العام 2005 فقد كان عاماً مميزاً في عدد وشدة الأعاصير والفيضانات التي حصلت فيه. فقد كانت الفيضانات التي إجتاحت الهند في منطقة مومباي Mombai في السادس والعشرين من يوليو 2005 هي الأشد منذ بداية تسجيل الارصاد الجوي عام 1861 اذ بلغت كمية الأمطار الساقطة على المتر المربع الواحد يومياً 944 مليمتر بينما بلغت الخسائر البشرية وفاة 1150 شخص في حين بلغت الخسائر الإقتصادية 5 مليارات دولار امريكي. أما الأعصار كاترينا الذي ضرب الولايات المتحدة الأمريكية في الثامن والعشرين من اوغسطس عام 2005 وكانت سرعة الرياح فيه تبلغ 280 كم بالساعة أدى الى وفاة 1833 شخص وبلغت الخسائر الإقتصادية حوالي 125 مليار دولار أمريكي. ويعد إعصار كاترينا سادس أقوى إعصار سجل لحد الان منذ عام 1850. في حين يعد الإعصار فيلمر Wilma والذي ضرب كل من كوبا وجزر البهاما وجامايكا وهندوراس ونيكوراغوا في الخامس والعشرين من أكتوبر عام 2005 هو اشد إعصار مسجل لحد الان حيث بلغت سرعة الرياح فيه 295 كم/الساعة وكان الضغط الجوي المنخفض جداً في مركز الإعصار والبالغ 882 ملم زئبق وسرعة الرياح العالية هما السبب الأساسيان في حجم الدمار الشامل الذي سببه هذا الإعصار في المناطق التي مر بها حيث بلغت الخسائر المادية عن هذا الإعصار حوالي ثلاثين مليار دولار امريكي. هذا وقد شهد نفس العام هبوب 15 اعصاراً ملمراً من الدرجة الخامسة على مقياس فوجيتو Fujito intensity saale وهو أعلى رقم بمسجل من حيث عدد الأعاصير المدمرة في عام واحد اعتباراً من العام 1850 ولحد الان. في حين سجل العام 1969 ثاني أعلى معدل للأعاصير المدمرة حيث بلغ عددها إثنا عشر إعصاراً. من جانب اخر بلغ عدد العواصف المدارية التي وقعت في العام 2005 سبعة وعشرين عاصفة مدارية وهو أعلى معدل سجل لحد الان منذ العام 1850. بينما سجل العام 1933 ثاني أعلى معدل للعواصف المدارية حيث بلغت واحد وعشرين عاصفة مدارية (Höppe, 2006).

أشار Höppe (2006) الى وجود علاقة طردية بين إرتفاع درجات الحرارة في كوكب الارض من جهة وزيادة عدد وشدة الكوارث الطبيعية البيئية والمتمثلة

بالاعاصير والعواصف الاستوائية. اذ ان السنوات العشرين الاخيرة شهدت اعلى معدلاً مسجلاً لارتفاعات درجة حرارة سطح الارض وغلافها الغازي يقابلها ارتفاع ملحوظ في عدد وشدة الاعاصير المدمرة والعواصف المدارية التي ضربت كوكبنا خلال نفس الفترة مما يثبت ان ظاهرة الإحتباس الحراري وما نتج عنها من تغير مناخي في مناخ كوكب الارض هي المسؤلة عن حدوث هذه الظواهر الطبيعية المدمرة.

أدت الكوارث الطبيعية والبيئية التي حصلت في العالم خلال الفترة 1950-2005 الى موت 1.75 مليون شخص وبلغت الخسائر المادية الناتجة عنها 1700 مليار دولار أمريكي (Höppe, 2006). من مجموع عدد ضحايا الكوارث الطبيعية والبيئية والبالغ عددهم 1.75 مليار شخص، توفى 55٪ منهم بسبب البراكين والهزات الارضية والتسونامي و36٪ نتيجة للاعاصير والعواصف المدارية وما يرافقها من فيضانات و7٪ نتيجةً للفيضانات الناتجة عن الأمطار الغزيرة و2٪ نتيجة للارتفاع او الانخفاض الشديد في درجات الحرارة (موجات الحر او البرد الشديدة).

كوارث بيئية هزت العالم

حصلت في العالم خلال السنوات القليلة المنصرمة الكثير من الكوارث البيئية ذات التداعيات الخطيرة ومنها:

- الفيضان الذي ضرب الصين في تموز- آب من عام 1931 هو أسوأ كارثة بيئية مرت بها الصين في العصر الحديث حيث ادى إرتفاع منسوب المياه في نهر يانغستي نتيجة الأمطار الشديدة الى موت اكثر من 3.7 مليون شخص بسبب الغرق والمجاعة وتفشي الأمراض ناهيك عن الخسائر المادية الكبيرة التي صاحبت الفيضان والمعانات الإنسانية التي تمخضت عنه (katastrophen.anabell, 2008).
- الإعصار الذي ضرب بنغلاديش عام 1970 والفيضانات التي رافقته والتي أدت الى وفاة ثلاثمائة الف مواطن هي كارثة بيئية جعلت العلماء والمهتمين بالبيئة ينتبهون للخطر الجديد الذي يمكن ان يحصد أرواح الالاف من البشر خلال ساعات معدودة. ناهيك عن نفوق الملايين من الحيوانات وموت

واقتلاع الملايين من الأشجار وتفشي الأوبئة والأمراض مثل الكوليرا والإسهال بين الناجين من هذه الكوارث. إن متابعة الكوارث البيئية خلال العشر سنوات الاخيرة قد بينت للعلماء والمهتمين بان المستقبل سيكون أشد قساوةً من الماضي وذلك لان الكوارث الطبيعية باتت من أهم الأخطار التي تواجه الحياة على سطح الكرة الأرضية. يلاحظ هنا ان خليج البنغال والأراضي المطلة عليه يعد من المناطق التي كثيراً ما يقع بها أعاصير مدمرة وذلك لان الأرض هناك لا ترتفع كثيراً عن مستوى سطح البحر وخصوصاً في بنغلاديش مما يجعل الأمواج البحرية العاتية والناتجة عن الأعاصير تنتقل بسهولة الى اليابسة والشواطيء مما يؤدي الى زيادة في الدمار الناتج عن الكارثة البيئية (FAO, 2007).

- الإعصار المدمر الذي ضرب بنغلاديش في الاول من مايو عام 1991 وادى الى مقتل أكثر من نصف مليون شخص. إذ اجتاحت امواج البحر خليج البنغال بإرتفاع وصل الى عشرين متراً مما ادى الى الحاق اضراراً كبيرة بالمنازل والمدارس والمستشفيات وادى الى اضرار فادحة بالمحاصيل الزراعية وموت اعداد هائلة من المواشي (FAO, 2007).

- إبتلت ولاية كوجارات Gujarat في غرب الهند باعصار مدمر في التاسع من يونيو عام 1998 ادى الى تهديم الالاف من البنايات وإقتلاع الالاف من الأشجار وتكسير أعمدة الكهرباء وادى الى مقتل أكثر من 3 آلاف شخص اضافةً لتشريد أكثر من مائة ألف شخص من منازلهم (Wikipedia, 2008).

- في السابع والعشرين من اكتوبر عام 1998 ضرب اعصار يدعى خوليا Cholia دام عدة ايام اجزاء من المانيا وتسبب بفيضانات شديدة أدت الى غرق عدد كبير من المدن وإنقطاع التيار الكهربائي عنها وإقتلاع الالاف من الأشجار المعمرة وتخريب الطرق وتهديم الجسور والسدود المائية وموت ستة أشخاص نتيجة أرتفاع منسوب مياه الأنهر (Wikipedia, 2008).

- في ليلة الرابع من ديسمبر عام 1999 ضرب إعصار أناتول Anatol كل من انكلترا وهولندا والمانيا مروراً بالدنمارك الى دول البلطيق وأدى الى دمار كبير بالمناطق التي مر بها تمثلت بتهديم البيوت والعمارات وإنقطاع التيار الكهربائي عن المدن وإقتلاع مئات الالاف من الأشجار وتشريد آلاف السكان من منازلهم وموت عشرة اشخاص (Wikipedia, 2009).
- من أسوء الكوارث التي مرت بالمانيا تلك التي حصلت في الرابع عشر من آب عام 2002 عندما أدت الأمطار الشديدة التي بلغت شدتها 312 لتر/ مترمربع/يوم الى فيضانات مدمرة في شرق المانيا وخصوصاً في حوض نهر الالبا حيث غرقت مدن كبيرة مثل لايبزج ودريسدن اضافةً لعدد كبير من القرى والمدن الصغيرة. وقد أدت هذه الفيضانات بسبب إستمرار هطول الأمطار الى تكسر السدور التي تحمي المدن من الفيضانات إضافةً للسدود التي تحجز مياه البحيرات مما أدى الى إندفاع الماء وبقوة الى المدن والقرى والذي أدى الى غرق المدن وتكسير الشوارع والجسور بحيث بات من الصعب على فرق الإنقاذ الوصول الى المنكوبين (Becker, 2003).
- إعصار كاتارينا ضرب خليج المكسيك وجزر الكاريبي وامتد تاثيره الى فلوريدا في الولايات المتحدة الأمريكية في السابع والعشرين من مارس عام 2004 وأدى الى موت 1322 شخص فقط في مدينة نيو أورليانز والى نزوح مئات الالاف عن منازلهم وكانت الخسائر المادية قد قدرت بحوالي 125 مليار دولار أمريكي.
- الإعصار الذي ضرب منطقة مومباي في الهند عام 2005 أدى الى فيضانات كبيرة والى موت أكثر من ألف شخص وتدمير للبنية التحتية للمناطق الأمر الذي أدى الى زيادة إفقار سكان المنطقة وادى ايضاً الى إنتشار الأوبئة والأمراض بينهم بسبب نقص العناية الطبية (Wikipedia, 2008).
- إعصار ايفان ضرب منطقة الكاريبي التي تشتهر بالأعاصير في ايلول/ 2005، ومن المناطق التي وصلها الإعصار جريناذا وجامايكا وفلوريدا حيث سبب

دمار بنسبة 90٪ في المنازل وكانت سرعة الرياح 330 كم/ساعة وأدى الى خسائر مادية قدرت بحوالي 12 مليار دولار أمريكي (Wikipedia, 2008).

- الجفاف الذي اصاب منطقة الأمازون في اميركا الجنوبية عام 2005 أدى الى موت الاحياء المائية من أسماك وبرمائيات وطيور ومئات الالاف من الأشجار المعمرة بسبب إنحسار المياه في حوض نهر الامازون وادى أيضاً الى هجرة سكان المنطقة من قراهم بسبب عدم توفر الماء والغذاء (Bund Klimaschutz, 2007).

- الفيضانات والأمطار الشديدة في اثيوبيا عام 2006 أدت الى غرق مناطق شاسعة وموت ألف شخص وتشريد مليون وثمانمائة الف مواطن عن مدنهم وقراهم مما أدى الى زيادة في معانات السكان بسبب الفقر والمجاعة وتفشي الأمراض والأوبئة (الحناوي، 2004).

- أصيبت المكسيك في الثالث من نوفمبر عام 2007 بكارثة مدمرة نتيجة العواصف المطرة التي ادت الى هطول أمطار غزيرة تسببت في تشريد حوالي مليون شخص من مدنهم وقراهم وتسببت بخسائر مادية تقدر بالمليارات من الدولارات الأمريكية (Wikipedia, 2008).

- تسببت الحرائق التي نشبت في اليونان واميركا وايطاليا والبرتغال ولبنان وتركيا واستراليا واسبانيا في العامين 2007-2008 في موت ملايين من الأشجار في الغابات وتسببت ايضاً بتشريد الالاف من البشر بسبب حرق بيوتهم ومزارعهم وموت اغنامهم والى تلوث كبير للهواء والمياه وخسائر كبيرة بالحياة البرية (Riedler, 2009).

- الإعصار الذي ضرب خليج البنغال في السادس عشر من تشرين الثاني 2007 وادى الى دمار كبير في البيئة تمثل في تخريب شامل للمنازل والمؤسسات الإنتاجية والمزارع وإقتلاع مئات الالاف من الأشجار كما انه خلف اكثر من 4500 قتيل واكثر من 3000 مفقود من سكان المنطقة وتهجير وتشريد مئات

الالاف من السكان وتسبب في نفوق الالاف من الحيوانات والمواشي (Wikipedia, 2008).

واخيراً الفيضانات التي اجتاحت شمال القارة الأسترالية في السادس من شباط عام 2009 والتي ادت الى غرق عدد كبير من المدن والقرى والحقت أفدح الخسائر في البيئة، فضلاً عن الخسائر المادية التي تقدر بمليارات الدولارات الأمريكية. وقد ترافقت هذه الفيضانات التي سببتها الأمطار الغزيرة في شمال القارة الأسترالية مع نشوب حرائق للغابات والأحراش في جنوب القارة الأسترالية وتحديداً في مقاطعة فكتوريا حيث أدت الحرائق التي نشبت بسبب الارتفاع الكبير في درجة الحرارة والذي وصل لاكثر من 46 درجة مئوية الى موت أكثر من 300 مواطن واصابة الالاف من السكان بحروق وإصابات مختلفة. تشير وسائل الإعلام الى إن حرائق الغابات الأخيرة في أستراليا هي الأشد من نوعها على الإطلاق وقد فاقت في شدتها حرائق الغابات التي حصلت عام 1983. وتشير التقديرات الأولية الى ان مساحة الأراضي والغابات المحترقة بلغت أكثر من 2000 كيلو متر مربع من الأراضي المزروعة (Katastrophen.anabell.de, 2009).

المبحث الثالث

الكوارث الطبيعية (الفيضانات) في الأزمنة البعيدة

وردت الكوارث الطبيعية وبشكل خاص الفيضانات المدمرة في الكثير من الأساطير والقصص التاريخية للكثير من الشعوب بل ان اسطورة الطوفان (قصة سيدنا نوح والفيضان العظيم) موجودة في جميع كتب الديانات السماوية مثل التورات والإنجيل والقران وإن هذه القصة متداولة لدى جميع شعوب العالم. ان ورود هذه القصص والاساطير لاياتي من فراغ بل هو تجسيد حي لاحداث تاريخية مرت بها الكثير من الشعوب. وتشير الأسطورة المذكورة أعلاه الى انها حدثت في بلاد ما بين النهرين وفي المنطقة الواقعة بين تركيا وسوريا والعراق وفي جبل يدعى جودي قرب الحدود الحالية بين البلدان الثلاثة. ولا عجب ان تسمى مدينة الجزرة او الجزيرة في تركيا بالقرب من المنطقة المذكورة بجزيرة نوح نسبةً الى الإسطورة القديمة. ان هذه الأسطورة المذكورة في كتب كل الديانات السماوية لابد ان تكون قد نشات نتيجة حدوث فيضان مدمر ضرب تلك البقعة من العالم جعل هذه القصة او الحدث البيئي الهام يتحول في معتقدات هذه الشعوب الى اسطورة. ذكرت هذه الاسطورة ايضاً في الالواح الطينية التي اكتشفت عن ملحمة جلجامش عام 1853 قبل الميلاد وهذه إشارة اخرى على صحة وقوع هذه الكارثة البيئية (Wikipedia, 2009). مرت قارة أفريقيا بعدد من التغيرات المناخية كانت اخرها الجفاف الذي ضرب الصحراء الأفريقية الكبرى وحولها من مناطق زراعية الى صحاري قاحلة، أثبتت الدراسات ان هذه المنطقة كانت من المناطق الزراعية المثمرة قبل حوالي 5500 سنة (Claussen, 1999).

عرفت مناطق معينة من العالم مثل الصين والعراق ومصر والهند وبنغلاديش والمانيا بكثرة الفيضانات التي اصابتها عبر التاريخ لكن التوثيق الرسمي للبيانات لم يبدأ إلا في القرن التاسع عشر وابتداءاً من عام 1800 ميلادية. جدول رقم 6 يبين بعضاً من الفيضانات التي حصلت في بعض الاماكن من العالم (katastrophen.anabell.de, 2008).

جدول 6. بعض الكوارث الطبيعية التي حدثت في الأزمنة البعيدة (katastrophen.anabell.de, 2008).

السنة	نوع الكارثة	المكان	القتلى	الخسائر
1164	إعصار وفيضان	المانيا-ساحل بحر الشمال	20 الف	خسائر مادية كبيرة
1219	إعصار وفيضان	المانيا-ساحل بحر الشمال	36 الف	خسائر مادية كبيرة
1287	إعصار وفيضان	هولندا	50 الف	خسائر مادية كبيرة
1362	إعصار وفيضان	المانيا	100 الف	خسائر مادية كبيرة
1566	إعصار وفيضان	السويد	6 الاف	خسائر مادية كبيرة
1570	إعصار وفيضان	هولندا-الدنمارك	100 الف	خسائر مادية كبيرة
1717	إعصار وفيضان	المانيا	11500	خسائر مادية كبيرة
1825	إعصار وفيضان	المانيا-الدنمارك	800	خسائر مادية كبيرة
1856	إعصار وفيضان	اميركا	400	خسائر مادية كبيرة
1882	إعصار وفيضان	الهند-بومباي	100 الف	خسائر مادية كبيرة
1894	حريق غابات	اميركا	400	خسائر مادية كبيرة
1900	إعصار وفيضان	اميركا-جالفستون	8000	خسائر مادية كبيرة



الفصل الثالث
المانيا وظاهرة الإحتباس الحراري

المبحث الأول

التغيرات المناخية المرصودة في ألمانيا

تقع جمهورية ألمانيا الإتحادية (الفدرالية) في وسط أوربا، يحدها من الشمال كلاً من الدنمارك وبحر الشمال وبحر البلطيق ومن الغرب هولندا ولوكسومبورغ وبلجيكا وفرنسا ومن الجنوب سويسرا والنمسا اما من الشرق فيحدها كلاً من جمهورية الجيك و بولندا. تبلغ مساحتها 357104 كيلو متر مربع ويبلغ عدد سكانها حوالي 82.2 مليون نسمة. تعد ألمانيا من الدول الصناعية العشر العظمى عالمياً وتشتهر بصناعة المكائن الثقيلة وصناعة العربات والصناعات الكيمياوية. بلغ الدخل القومي الألماني عام 2008 ما يعادل 2529.78 مليار يورو مثل قطاع الصناعة والبناء ما نسبته 30.4٪ من مجموع الدخل القومي السنوي الألماني بينما مثل القطاع الزراعي 0.9٪ (Deutschland, 2009).

بلغ مجموع صادرات ألمانيا للعام 2008 ما قيمته 1190.99 مليار يورو فيما بلغت مجموع إستيراداتها لنفس العام 1033.14 مليار يورو. تمتلك جمهورية ألمانيا الإتحادية شبكة عظيمة من الطرق تصل طولها إلى 231359 كم تتضمن حوالي 12531 كم من الشوارع السريعة (الأوتوسترادات). لدى ألمانيا شبكة حديثة من خطوط السكك الحديدية تبلغ طولها حوالي 38206 كم ولديها أيضاً شبكة واسعة للنقل النهري والبحري. تمتلك ألمانيا تسعة عشر مطاراً دولياً تستقبل الطائرات من مختلف دول ومدن العالم إضافةً لعدد كبير من المطارات الداخلية. تعكس شبكة المواصلات الألمانية الأهمية التي توليها الدولة لقطاع النقل والمواصلات بإعتبارهما عاملاً مهماً في تطوير الإنتاج الصناعي والزراعي. ينتج الفرد الألماني من خلال نشاطاته الحياتية المتعددة حوالي أحد عشر طن من غاز ثنائي أوكسيد الكربون ويرتفع بذلك كثيراً عن المعدل العالمي والذي لا يتجاوز 3.8 طن من هذا الغاز سنوياً (Umwelt-news, 2009).تعتبر المانيا وبسبب حجم إنتاجها الصناعي من أكثر الدول التي

تنتج غاز ثنائي أوكسيد الكربون وتاتي بالمرتبة الرابعة عالمياً في نسب إنبعاثاتها من هذا الغاز بعد الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا والصين (جدول 7).

جدول 7. نسب إطلاقات غاز ثنائي أوكسيد الكربون عالمياً (World Ressources Institute, 2005).

الدولة/ المجموعات الدولية	النسبة المئوية للإطلاقات
الولايات المتحدة الأمريكية	29.95
روسيا	8.53
الصين	7.57
المانيا	7.18
المملكة المتحدة	5.46
فرنسا	2.77
كندا	2.20
الهند	2.09
مجموعة الثمانية G8	61.98
الإتحاد الأوربي	25.49
الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	2.92
أميركا الجنوبية	2.28
بلدان أفريقيا ما تحت الصحراء	1.59
أميركا الوسطى و الكاريبك	1.33
منطقة المحيطات	1.22

يظهر جدول 7 ان الدول الصناعية العظمى تتصدر دول العالم في نسب انبعاثاتها الغازية تليها مباشرةً الهند والتي تعتبر من الدول النامية. تصنف كل من الصين والهند ضمن الدول النامية التي تمتلك مستويات متقدمة تكنلوجياً وهما أكبر دولتين عالمياً في عدد السكان.

تستورد المانيا كميات كبيرة من الوقود الإحفوري تلبية لتزايد إحتياجاتها للطاقة وهي تنفق نسبة كبيرة من الدخل القومي في عملية توفير الطاقة، إزداد نسبة إنفاق المانيا على مصادر الطاقة من الوقود الإحفوري الى أكثر من الضعف بين السنوات 2002-2006 (جدول 8).

جدول 8. إستيراد المانيا من الوقود الإحفوري للسنوات 2002-2006 (Politik und Unterricht, 2008).

السنة	الإستيراد (مليار يورو)	النسبة المئوية من الدخل القومي
2002	44.00	2.1
2003	47.90	2.2
2004	53.10	2.4
2005	73.30	3.3
2006	89.60	3.9

تاتي المانيا بالمرتبة الرابعة عالمياً في إطلاق غاز ثنائي أوكسيد ألكربون بعد الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا والصين رغم محدودية مساحتها الجغرافية وقلة عدد سكانها مقارنتاً بالدول المذكورة أعلاه، وهذا يبين حجم القدرة الصناعية و الأقتصادية التي تشغلها ألمانيا على الصعيد الدولي. من جانب أخر تعتبر المانيا من الدول التي إستطاعت خلال العقدين الأخيرين من خفض إنبعاثاتها من غاز ثنائي أوكسيد الكربون بشكل ملحوظ (جدول 9).

جدول 9. إنتاج ألمانيا لغاز ثنائي أوكسيد الكربون للأعوام 1990-2004 (Iwr, 2009).

السنة	الإنتاج السنوي (مليون طن)
1990	1029
1991	990
1992	960
1993	848
1994	938
1995	933
1996	956
1997	934
1998	925
1999	895
2000	903
2001	917
2002	901
2003	910
2004	901

ينتج الفرد الألماني حوالي عشرة أطنان من غاز ثنائي أوكسيد الكربون وهي نسبة لازالت عالية تسعى الدولة الألمانية على تخفيضها. بينما ينتج الفرد في بعض الدول مثل قطر والكويت في منطقة الخليج العربي كميات من غاز ثنائي أوكسيد الكربون تفوق كثيراً نسب الأفراد في الكثير من الدول الصناعية العظمى (جدول 10).

جدول 10. الإنتاج السنوي لغاز ثنائي أوكسيد الكربون للفرد في بعض البلدان (Politik und Unterricht, 2008).

الدولة	الإنتاج السنوي من غاز ثنائي أوكسيد الكربون (طن)
قطر	69.5
الكويت	34.2
الولايات المتحدة الأمريكية	28.0
أستراليا	20.5
بريطانيا	12.7
المانيا	10.0
فرنسا	6.8
الصين	3.5
البرازيل	1.7
بنغلاديش	0.27
أثيوبيا	0.11
تشاد	0.011
أفريقيا (المتوسط)	0.99

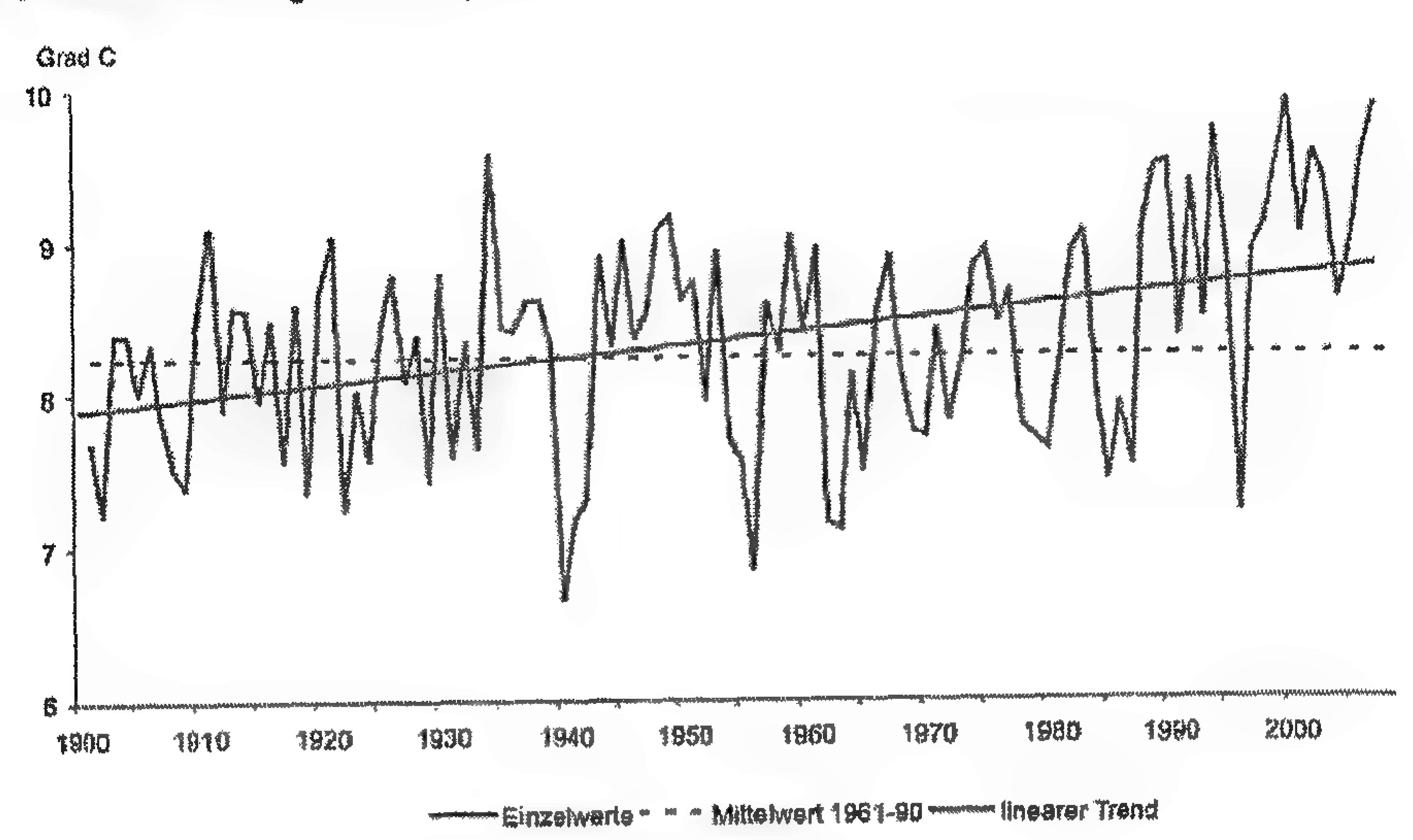
يبين الجدول السابق ان إنبعاثات الفرد الواحد من غازات الإحتباس الحراري في الدول الصناعية يفوق كثيراً مثيلاتها في الدول النامية باستثناء كل من الكويت وقطر التي ترتفع إنبعاثاتها الغازية عن معدلات الدول الصناعية العظمى.

المناخ في ألمانيا

تتباين التضاريس الجغرافية في ألمانيا حيث يبلغ أعلى إرتفاع في جبال الألب الألمانية 2962 متر (Zugspitze) فوق مستوى سطح البحر وفيها موانيء مثل هامبورغ وبريمن لاترتفع إلا بضع سنتيمترات عن مستوى سطح البحر. تبلغ مساحة أكبر بحيرة في ألمانيا وهي بحيرة بودن سي (Bodensee) 536 كم مربع (Deutschland, 2009).

يتاثر مناخ ألمانيا كثيراً بعاملين أساسيين هما المنخفض الجوي في المحيط الأطلنطي فوق جزيرة أيسلندة حيث يؤدي هذا المنخفض إلى هبوب الرياح الدافئة من المحيط الأطلسي عبر فرنسا وبلجيكا إلى وسط أوروبا مما يسبب إرتفاع درجة الحرارة في الصيف والشتاء في ألمانيا. أما المرتفع الجوي ألذي يقع فوق كلاً من روسيا وجمهورية روسيا البيضاء فانه يسبب هبوب الرياح الباردة من هذه المناطق إلى وسط أوربا مما يجعل درجة الحرارة تنخفض عن معدلاتها المعهودة.

شهد القرن الماضي إرتفاعاً ملحوظاً في معدلات درجات الحرارة في ألمانيا بلغ حوالي درجة مئوية حيث ارتفعت معدلات درجة ألحرارة السنوية من 7.8 في نهاية القرن قبل ألماضي إلى حوالي 9 درجات مئوية في نهاية القرن ألماضي (شكل 4). هذه الزيادة في درجة الحرارة جعلت معدلات درجات الحرارة في الشتاء الألماني تقفز فوق درجة الصفر المئوي بعد أن كانت تحت الصفر المئوي بنصف درجة مئوية الأمر الذي أدى إلى ذوبان الثلوج على قمم جبال الألب الألمانية كذلك أدى ذلك إلى عدم بقاء الثلج بعد نزوله في فصل الشتاء في الكثير من المناطق كما هو معروف في ألمانيا (DWD, 2008).



شكل 4 .إرتفاع معدلات درجة الحرارة في المانيا بين الأعوام 1900-2007 (DWD, 2008).

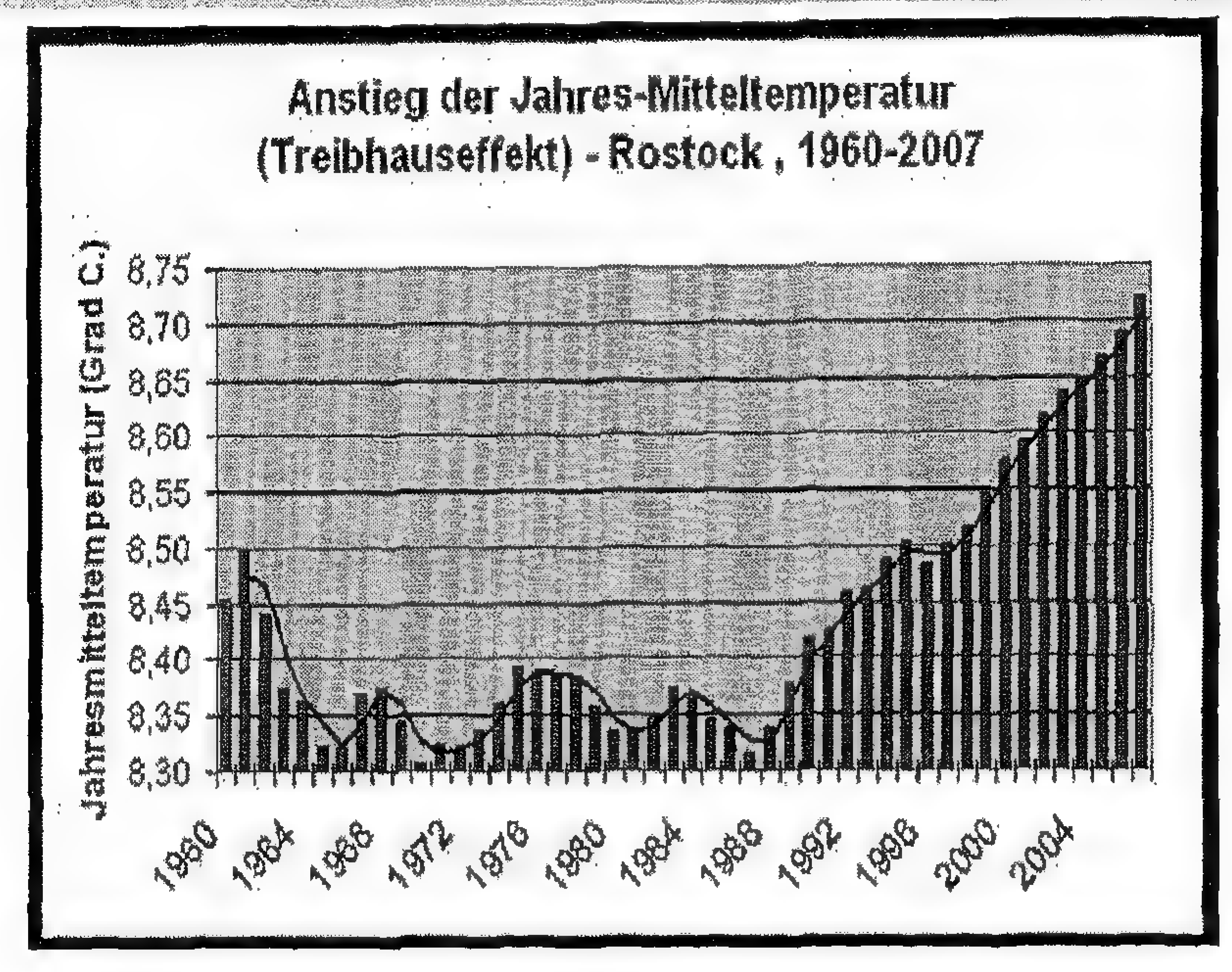
إقترب المناخ الشتوي في ألمانيا خلال الربع قرن الأخير (أعتباراً من عام 1988) من المناخ الخريفي حيث شهدت الأعوام الأخيرة بروز مواسم شتوية دافئة تمتاز بندرة كميات وعدد أيام تساقط الثلوج فيها، كما وإن معدلات درجة الحرارة في مواسم الشتاء خلال الربع قرن الأخير إرتفعت بمعدل 3-4 درجات مئوية عن مثيلاتها في الأعوام 1951-1980 (Beitzke.de, 2009).

أما معدلات درجة الحرارة في مواسم الخريف في القرن الماضي فقد إرتفعت بحدود 1.5 درجة مئوية عن معدلاتها المعروفة ولا يختلف الأمر كثيراً في إرتفاع معدلات درجات الحرارة في مواسم الصيف (Wikipedia, 2008). أكد شاب Schaab (2009) ألخبير الأحصائي في دائرة الأحوال الجوية الألمانية إن شهر أبريل عام 2009 كان الأدفأ منذ عام 1890 م حيث بلغت معدلات درجة الحرارة في هذا ألشهر 11.9 درجة مئوية بزيادة مقدارها 0.4 درجة عن شهر أبريل عام 2007

والذي كان يعتبر الأدفأ في الأحصائيات السابقة. كما وشهدت الأجزاء الشمالية من ألمانيا خلال نفس الشهر أعلى معدل لشروق الشمس، حيث تضاعف عدد الساعات المشمسة عن المعدل المتعارف علية في هذا الشهر (Bild Zeitung, 2009).

إن معدلات درجة الحرارة السنوية في مدينة برلين خلال الأعوام 1990-2000 م إرتفعت بمعدل 0.9 درجة مئوية عن معدلاتها المسجلة للأعوام 1909-1969 وهذا ما يؤكد حقيقة إنه هناك تغيراً ملحوظاً في معدلات درجات الحرارة المسجلة في المدن الألمانية (Schlaak, 2008).

إن أعلى تركيز لغاز ثنائي أوكسيد ألكربون فوق أوربا قد سجل من قبل جهاز قياس تركيزات الغازات والموجود في القمر الصناعي الأوربي إنفستا (Envista) والتابع للمركز الألماني للهواء والرحلات الفضائية (Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt) فوق المنطقة الواقعة مابين مدينة أمستردام الهولندية ومدينة فرانكفورت الألمانية. وتعد المنطقة المذكورة من أكبر المراكز الصناعية في أوربا وتمتاز بإرتفاع الكثافة السكانية فيها وبتشابك خطوط المواصلات بين مدنها المتقاربة. وقد نشرت نتائج القياسات الفضائية في مجلة حوارات في كيمياء وفيزياء الغلاف الجوي (Umwelt-news.de, 2009). شهدت بعض المناطق والمدن الألمانية ومنها مدينة روستوك إرتفاعاً ملحوظاً في معدلات درجات الحرارة خلال العقود الخمس الأخيرة ناتجة عن تاثيرات ظاهرة الإحتباس الحراري التي تعم العالم ولا تقتصر على منطقة معينة (شكل 5).



شكل 5 . إرتفاع درجات الحرارة (تاثيرات ألإحتباس الحراري) خلال الأعوام 1988-2007 في مدينة روستوك الألمانية (Tiesel, 2008).

أثر إرتفاع درجة الحرارة في ألمانيا على البيئة الحياتية مما جعل أنواع من القوارض والقراديات والبعوض المحلي تتمكن من تقصير فترة سباتها الشتوي بسبب إرتفاع معدلات درجة الحرارة في مواسم الشتاء عن درجة الصفر المئوي. كما وأدى عدم حدوث إنجماد لفترات طويلة في موسم الشتاء إلى عدم موت أعداد كبيرة من هذه الأحياء مما أدى إلى تزايد أعدادها وإنتشارها الكبير في الكثير من المناطق والغابات الألمانية. أدى إنتشار أنواع من القراد في الغابات الألمانية وخصوصاً في منطقتي شفارزفالد (Schwarzwald) في الجنوب الألماني وتورنجرفالد (Thüringerwald) في شرق ألمانيا إلى إصابة مئات الألاف من السكان بمختلف ألأمراض ومن أبرزها إلتهابات أغشية الدماغ والحساسية الجلدية (Doyle, 2008).

نتيجةً لإستمرار إرتفاع معدلات درجات الحرارة في ألمانيا ومحيطها من البلدان فقد فقدت جبال الألب الأوربية بما فيها الأجزاء الواقعة في ألمانيا إعتباراً من الأعوام 1850-1970 ميلادية حوالي 50٪ من كميات الجليد المخزونة فيها. أما في الأعوام

الأخيرة فان الفقدان قد تزايد بشكل أكبر وصل إلى حد ان كميات الجليد المتواجدة فوق هذه الجبال قد إختفى في بعض السفوح نهائياً وإنعكس هذا النقصان على كميات مخزونات المياه، السياحة الشتوية، الحياة البرية في البلدان الواقعة على جبال الألب (Paul, 2004).

أما في منطقة الهاتز(Der Harz) الجبلية في شمال المانيا وألتي يبلغ إرتفاع أعلى قمة فيها Brocken ما يصل الى1141 متر عن مستوى سطح ألبحر وهي أعلى قمة جبلية في شمال ألمانيا. إذ سجلت محطات الإرصاد الجوي إرتفاعاً ملحوظاً في معدلات درجات الحرارة خلال السنوات العشرين المنصرمة كان أشدها في الثاني عشر من تموز عام 2003 ووصلت درجة الحرارة فوق هذه القمة الجبلية إلى 28.2 درجة مئوية وهي أعلى درجة حرارة سجلت في هذه المنطقة منذ بداية مرحلة التسجيل. هذا وإرتفعت درجة الحرارة فوق هذه القمة في العشرين من يوليو عام 2006 مرةً ثانية عن حاجز الثماني والعشرين درجة مئوية، ويعد شهر يوليو 2006 الأكثر حرارةً في هذه ألمنطقة منذ بداية تسجيل درجات الحرارة. من جانب أخر فان كميات الأمطار والثلوج في هذه ألمنطقة تراجعت عن معدلاتها المعروفة (Nationalpark-harz, 2009). وكان شتاء 2006-2007 من أكثر المواسم دفئاً في منطقة الهارتز وفي ألمانيا حيث ندر فيه تساقط الثلوج إلا في المناطق الجبلية ألتي ترتفع كثيراً عن مستوى سطح البحر حيث سجلت درجات الحرارة إرتفاعاً مقداره 3.2 درجة مئوية عن المعدل العام (Umwelt-news.de, 2009). تاثرت مخزونات المياه في منطقة الهارتز بالنقص الحاصل في كميات الأمطار والثلوج المتساقطة خلال السنوات القليلة المنصرمة مما أدى إلى نقصان احتياطيات المياه العذبة في البحيرات المنتشرة في هذه المنطقة. تمتلأ بعض البحيرات في منطقة الهارتز حالياً بحوالي 47٪ من طاقتها الإستيعابية للمياه العذبة وهي نسبة متدنية جداً عن المعتاد (Bodner, 2009).

من التغيرات الطبيعية المحسوسة للتغيرألمناخي في ألمانيا هو التغير في أوقات حلول المواسم الأربعة. حيث يبدأ الربيع حوالي إسبوعين أبكر عن موعده الطبيعي وتبدأ الأشجار بالتبرعم والإزهار والحشائش بالأنبات في وقت مبكر عن مواعيدها

الطبيعية. أما موسم الصيف فقد لوحظ في نهاية التسعينات من القرن الماضي انه يحل بحدود سبعة أيام قبل موعد حلوله الطبيعي كما كان الحال في ستينيات القرن الماضي او قبل هذا التاريخ. من جانب اخر لوحظ ايضاً ان موسم الخريف يحل متاخراً عن مواعيد حلوله الطبيعية والمعتادة كما وإن أوقات تغير الوان أوراق الأشجار الخريفية باتت تتاخر عن اوقاتها المعتادة (Mentzel, 2006). وبشكل عام فان طول الموسم الزراعي او موسم الأنبات خلال الخمسين سنة الأخيرة قد ازداد بمعدل 3.6 يوم كل عشرة سنوات (Wikipedia, 2009).

تتمثل مخاطر التغير المناخي وإرتفاع معدلات درجات الحرارة بتاثيراتها السلبية على النباتات و الأشجار باعتبارها تلعب دوراً إقتصادياً وبيئياً مهماً في الحياة. إن التغير الكبير في معدلات درجات الحرارة السنوية والتلوث الهوائي ونقص المياه يؤثر سلباً على الغطاء النباتي ويتجلى ذلك في كثير من الأحيان في عدم قدرة النباتات و الأشجار على مقاومة التغيرات المناخية وبشكل خاص إرتفاع درجات الحرارة المفاجيء. تعتبر شجرة الشربين (Fichte) وتسمى علمياً (Picea abies) وهي من الأشجار الصنوبرية والأبرية دائمة الخضرة يصل أرتفاعها حتى خمسين متراً، واسعة الأنتشار في ألمانيا والتي تعيش في وسط أوربا وبشكل خاص في المناطق الجبلية المرتفعة، من أكثر الأشجار تعرضاً لمخاطر التغير المناخي. تنمو هذه الشجرة في المناطق التي تتراوح معدلات درجات الحرارة السنوية فيها مابين 5.5-8 درجة مئوية، يؤدي إرتفاع معدلات درجات الحرارة السنوية لأكثر من درجتين مئويتين كما هو حاصل الان أما إلى موت هذه الأشجار أو إلى انتقالها شمالاً إلى محيط حيوي أخر يكون فيه المناخ اكثر توازناً. لوحظ في السنوات الأخيرة موت الملايين من هذه الأشجار في الغابات الألمانية وخصوصاً منطقة شفارزفالد (Schwarzwald) في جنوب ألمانيا، يعتقد إن الأسباب تتعلق بمجموعة من العوامل أهمها التغير المناخي و الأمطار الحمضية و تلوث الهواء (, 2009Klimawandel-global).

إن التغير في أوقات حلول المواسم الأربعة الطبيعية والناتجة عن التغير المناخي لا تؤثر فقط على سلوك النباتات بل يتعدى الأمر ذلك إلى الحيوانات، لوحظ في

السنوات الأخيرة إن موسم هجرة الطيور من شمال أوربا إلى أفريقيا و أسيا او بالعكس قد اصابه التغيير أيضاً حيث تتاخر الطيور بالهجرة من شمال أوربا وتبكر بالعودة إلى أوربا. وقد اثر هذا التغير في السلوك على الطيور المهاجرة وبشكل خاص على توفير الطعام للصغار منها عند العودة إلى شمال أوربا بسبب عدم توفر اليرقات والحشرات التي تتغذى عليها. من جانب أخر يلاحظ ان بعض النباتات والحيوان قد إنتقلت من مناطقها لتعيش في مناطق أخرى نتيجة التغير المناخي الذي كان الأنسان احد أسبابه الرئيسية (Stehr, 2007).

أكدت دوريس شيديك Dores Schiedek من معهد Leibniz-Institut لابحاث البحار في مدينة فارنة مندة (Warnemünde) الألمانية إن درجة حرارة المياه في بحر ألبلطيق قد ارتفعت للفترة 1850-2000 ميلادية وفي الأشهر من يوليو إلى حزيران بمعدل 1.4 درجة مئوية (, 2009Umwelt-news.de).

تؤكد الدراسة التي أجراها مجموعة من علماء معهد Alfred-wegener Institut للأبحاث البحرية والقطبية في مدينة بريمرهافن (Bremerhafen) الألمانية إن درجة حرارة المياه في السواحل الألمانية إرتفاعت خلال الأربعين سنة المنصرمة بمعدل 1.13 درجة مئوية، وإن إرتفاع درجات الحرارة يقلل نسبة الأوكسجين المذابة في المياه مما يؤدي ألى موت الأسماك. إن إرتفاع درجة حرارة المياه أكثر من 17 درجة مئوية يشكل خطورة كبيرة على حياة الأسماك و الأحياء البحرية الأخرى وهذا ما يفسر نقص كميات الأسماك و الأحياء البحرية قرب السواحل الألمانية نتيجة إنتقالها إلى مناطق أخرى أكثر برودة (Klimawandel-global, 2009).

من جانب أخر تؤكد دائرة بيئة المقاطعة على وجود تغيرات ملحوظة للنظام البيئي في بحيرة بودن سي Bodensee (أكبر بحيرة للمياه ألعذبة في أوربا) في جنوب ألمانيا تتمثل في إنتقال احياء مائية مثل القواقع وانواع من الأسماك من مناطق بعيدة في أسيا إلى مياه البحيرة العذبة. فيما لوحظ إنتقال أنواع من نباتات شرق أسيا إلى سواحل البحيرة وبالمقابل تاثرت أشجار الكروم الموجودة في المنطقة بسبب إرتفاع درجة الحرارة في البحيرة ومحيطها. (Abendblatt, 2006)

شهدت ألمانيا خلال العقدين الأخيرين تزايداً في عدد وشدة الأعاصير، كان أهمها الأعصار ألذي ضرب ألمانيا في الرابع عشر من حزيران عام 2002 وما رافقه من فيضانات مدمرة أدت إلى غرق عدداً كبيراً من المدن و القرى الألمانية مثل لايبزج و دريسدن في الشرق الألماني عندما وصلت كميات الأمطار353 لتر/ مترمربع/ يوم وهي معدلات قياسية لم تسجل من قبل (Becker, 2003).

أدت موجة الحر الشديدة ألتي إجتاحت ألمانيا في الثامن من حزيران عام 2003 إلى موت أكثر من 7 ألاف مواطن أكثرهم من كبار ألسن و الأطفال نتيجة الأرتفاع المفاجيء في معدلات درجات الحرارة، وقد ساعد في زيادة الخسائر طبيعة المنازل الألمانية والتي تصمم على مبدأ الإحتفاض بالحرارة من أجل الأقتصاد في إستهلاك الطاقة. حيث تعزل المنازل بشكل جيد من أجل الأحتفاض بالحرارة وعدم تسربها إلى الخارج (Höppe, 2006).

تعتبر مدينة هامبورغ الألمانية من أكثر المدن الألمانية تاثراً بالتغير المناخي وهي ما أكثر الموانيء العالمية التي تتاثر بالعواصف والفيضانات. ضربت الفيضانات مدينة هامبورغ مرات عديدة في القرن الماضي كان أخطرها الفيضان الذي أصاب المدينة عام 1990م. يرى المختصون ان التغير المناخي وتدخلات الأنسان تلعب الدور الأساسي في تفاقم هذه الكوارث (Von Storch, 2007).

المبحث الثاني

الإجراءات المتخذة لتقليل إطلاق غازات الإحتباس الحراري في ألمانيا.

إبتداءاً من سبعينيات القرن الماضي بدأ الوعي البيئي والإهتمام بالبيئة كقضية مهمة يزداد في الشارع الألماني وفي وسائل الأعلام.. أنشأت الحكومة في عام 1974 أول دائرة إتحادية للبيئة في ألمانيا Umwelt Bundesamt ومقرها مدينة برلين الغربية عن طريق قانون تم إصداره في الثاني والعشرين من تموز عام 1974 (Jänicke, 2005). كان أول قانون يتعلق بالبيئة قد صدر في الثلاثين من أذار عام 1971 تحت عنوان قانون الحماية من ضوضاء الطيران، تبعه قانون حماية الهواء من التلوث في الثامن عشر من يناير عام 1974 ثم قانون حماية البيئة الأتحادي عام 1975. كانت تلك القوانين المذكورة أعلاه باكورة إهتمام الحكومة الألمانية بموضوعة التلوث البيئي والمخاطر التي يسببها للإنسان و الطبيعة. حرك هذا الإهتمام الأوساط الشعبية على الإهتمام بهذه القضية ودفع منظمات المجتمع المدني أنذاك الى تبني هذه القضية المهمة وإعتبارها جزءاً اساسياً من أهدافها المعلنة. قاد هذا الإهتمام إلى تشكيل منظمات مجتمع مدني وكذلك أحزاب سياسية تهتم بالبيئة وحمايتها مثل منظمات حماية البيئة وحزب الخضر الألماني.

وفي بداية الثمانينات من القرن الماضي لعبت نشاطات حركة السلام الأخضر و حزب الخضر الألماني الذي وصل لأول مرة إلى البرلمان الألماني عام 1983 دوراً بارزاً في تحويل قضية البيئة وحمايتها إلى قضية شعبية وجماهيرية، وكانت المشاكل البيئية مثل تلوث الهواء وموت الغابات والأمطار الحمضية وإتساع ثقب الأوزون من المواضيع البيئية العالمية التي سلطت الأضواء عليها. أنشأت وزارة البيئة الألمانية عام 1986 كدليل على زيادة الإهتمام الحكومي و الشعبي بموضوعات البيئة وحمايتها من التلوث و التخريب. تلا ذلك حدوث مأساة حادثة تشيرنوبيل النووية في أوكرانيا في

السادس والعشرين من نيسان من نفس العام ليتحـول أسـم وزارة البيئـة الألمانيـة إلى وزارة البيئة وحماية الطبيعة والأمن النووي في الخامس من حزيران عام 1986.

لعبت الإرادة السياسية للأحزاب الالمانية وبشكل خاص حزب الخضر الألماني دوراً مهماً في تغيير مزاج الشارع نحو تبني أهداف حماية البيئة. كان لتبني القضايا البيئية في برامج وفعاليات الأحزاب الألمانية دوراً أساسياً في رفع الوعي والثقافة البيئيـة بـين افراد المجتمـع الألمـاني. كمـا ولعبـت المنظمـات المهنيـة والأجتماعيـة مثـل النقابـات والمنظمات الأنسانية التابعة للكنـائس ومنظمـات حمايـة البيئـة دوراً ملموسـاً في تـبني الأهداف البيئية وكانت عاملاً ضاغطاً على الحكومات الألمانيـة المتعاقبـة للأتجـاه نحـو سياسية بيئية جديدة تحافظ على الطبيعة وتحمي المجتمـع مـن أخطـار التلـوث البيئـي. اصبحت قضية البيئة وحمايتها جزءاً اساسياً من برامج جميع الأحـزاب الألمانيـة بـدون إسـتثناء وباتـت هـذه القضـية الحساسـة مقياسـاً للنشـاط السياسـي والأجتمـاعي والإقتصادي لهذه الأحـزاب في المجتمـع والدولـة. إنعكـس الـوعي البيئـي في سـلوك المواطنين مما أدى الى الإسراع في تطبيق التوجيهات والخطط التي تتبناها الدولة في مجال حماية البيئة. إنتهجت الدولة الألمانية سياسة بيئية متكاملة مبنية على نتائج الأبحاث التي صرفت الدولة الألمانية مبالغ كبيرة فيها وإنعكس هذا كلـه بالنجاحـات الـتي حققتهـا المانيا في مجال تطوير البرامج البيئية والمحافظة على الطبيعة.

تبذل ألمانيا منذ سنوات طويلة جهوداً كبيرة في مجال تخفيض الكميـات المنبعثـة من الغازات المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري وذلك من خلال إتباعها سياسة قومية متميزة فيما يتعلق بحماية البيئة ودعم الإعتماد على مصادر الطاقـة المتجـددة وتحقيـق إرتفاع في كفاءة إستخدام الطاقة. وعلى الصعيد الـدولي تتـولى ألمانيـا دوراً رياديـاً في سياسات المناخ والطاقة، وتسعى جاهـدة إلى تحقيـق الأهـداف الطموحـة في تخفـيض إنبعاثات الغازات العادمة. يعرف عن ألمانيا وعيها العالي إتجاه البيئة وإلتزامها بإتفاقية KYOTO ومعاهدات أخرى من شأنها رفع الكفاءة في مجالات إعادة التدوير وإعـادة إستعمال الطاقة. كما وتدعم ألمانيا دائمـاً الـبرامج التطويريـة في دول العـالم وبشـكل خاص الدول النامية والفقيرة. لقـد بـدأت ألمانيـا بتنفيـذ مشـاريع مـن شـأنها خفـظ

الإنبعاثات الحرارية وقد بدأت تظهر هذه النتائج بشكل ملحوظ وإن كانت الإنبعاثات الحرارية لثنائي أوكسيد الكربون في ألمانيا هي من أعلى النسب في البلدان الأوروبية ولكنها أقل بكثير من تلك ألتي في أستراليا وكندا والسعودية العربية والولايات المتحدة (Wikipedia, 2009).

في تقريرها المقدم إلى مؤتمر الأمم المتحدة للمناخ في مدينة بالي الأندونيسية أشارت منظمة جيرمان ووتش البيئية الألمانية (German watch) إن ألمانيا جائت في المرتبة الثانية عالمياً بعد السويد في جهودها للتقليل من إنبعاثات الغازات المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري (جدول 11). تسعى ألمانيا إلى تخفيض إنتاجها من غاز ثنائي أوكسيد الكربون بنسبة 36 % بحلول عام 2020 ميلادية (Dw-world, 2007).

جدول 11. حجم إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون في المانيا ودول أخرى إبتداءاً من عام 2001 (المنتدى الأقتصادي ألعالمي للطاقة المتجددة Iwr, 2008).

المواقع	إنبعاث غاز ثنائي أوكسيد الكربون (مليون طن)						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
عالمياً	24918	25874	27020	28424	29430	30047	30892
الولايات المتحدة	6269	6377	6400	6528	6558	6461	6575
دول الاتحاد السوفيتي	2366	2391	2448	2488	2514	2542	2553
الصين	2800	3532	4146	4881	5380	5944	6398
اليابان	1341	1328	1376	1391	1401	1381	1393
ألمانيا	971	901	911	901	884	895	861
الشرق الأوسط	1100	1150	1258	1362	1466	1529	1573

أميركا الجنوبية	966	967	945	990	1041	1108	1159
أفريقيا	849	855	895	932	942	974	1.020
بريطانيا	602	588	600	608	615	611	590
إيطاليا	478	484	497	502	503	501	493
فرنسا	432	426	433	438	439	430	421
إسبانيا	342	360	366	382	397	387	398
هولندا	253	256	258	267	272	267	265

يتضح من جدول 11 إن حجم إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون عالمياً قد إزدادت بحوالي 19٪ خلال الأعوام مابين 2001-2007 وإن الكثير من الدول المذكورة في الجدول قد تزايدت نسب إنبعاثاتها الغازية او انها قد حافظت على هذه النسب. بينما نلاحظ من خلال تحليل المعلومات المعطاة ان إنبعاثات الصين من غاز ثنائي أوكسيد الكربون قد تضاعفت بمقدار 2.28 مرة. إستطاعت ألمانيا خلال نفس الأعوام من تقليص إنبعاثاتها من غاز ثنائي أوكسيد الكربون بمعدل 11.32٪ وتسعى ألمانيا من خلال الأجراءات ألتي تقوم بها إلى تقليل إنبعاثاتها الغازية وذلك للوفاء بالتزاماتها الدولية أوربياً وعالمياً. على الصعيد العالمي لازالت الكثير من الدول غير مهتمة بقضية الإنتقال في إستهلاك الطاقة من الوقود الإحفوري الى مصادر الطاقة المتجددة. ويلاحظ إن الكثير من البلدان لازالت تعتمد بشكل رئيسي على الوقود الإحفوري كمصدر وحيد للطاقة (جدول 12).

جدول 12. نسب إنتاج الطاقة عالمياً لمختلف أنواع الوقود (BMU, 2008).

نوع الوقود المستهلك	النسبة المئوية
النفط الخام	35.0
الفحم	25.5
الغاز الطبيعي	20.6
الطاقة النووية	6.3
الطاقة المتجددة	12.6

يتضح من جدول 12 ان الوقود الإحفوري لازال يمثل حوالي 81.1٪ من مجموع الطاقة المستهلكة عالمياً.

لقد تمكنت ألمانيا إعتباراً من عام 1990 من تقليل إنبعاثاتها من غاز ثنائي أوكسيد الكربون بمقدار يقارب 16 ٪ وهذا يشير إلى إن ألمانيا من ألدول القليلة ألتي حققت نجاحات ملموسة في هذا المجال وإن الدول الأخرى المعنية قادرة أيضاً على الوصول إلى نتائج أيجابية إذا بذلت جهوداً في هذا المجال وإذا توفر القرار السياسي والحكومي اللازم لتحقيق ذلك.

إستطاعت المانيا خلال العام 2008 من تقليل إنبعاثاتها من غاز ثنائي أوكسيد الكربون بمقدار 205 مليون طن عن المعدلات المسجلة في عام 1990 وبنسة مقدارها 20 ٪. تمكنت المانيا أيضاً في عام 2008 من تخفيض إنبعاثاتها من غاز ثنائي أوكسيد الكربون بمعدل 1.1 ٪ عن عام 2007 في حين إرتفع إستهلاك ألمانيا للطاقة 1٪ عن عام 2007 والسبب يعود إلى عاملين أساسيين هما أولاً تقليل إستهلاك الفحم الحجري الذي يطلق معدلات اكبر من غاز ثنائي أوكسيد الكربون وثانياً عن طريق زيادة الإعتماد على مصادر الطاقة المتجددة في عملية توفير الطاقة اللازمة للانتاج والإستهلاك المنزلي. من جانب اخر إرتفعت نسب غاز ثنائي أوكسيد الكربون إلى

88 ٪ ضمن نسب غازات الإحتباس الحراري الأخرى بسبب تقلص نسب غازات كل من الميثان وثنائي أوكسيد النتروز. تواجه المانيا تحديات كبيرة بسبب إرتفاع معدلات غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنطلق بسبب النقل الجوي (الطيران) من وإلى ألمانيا، إذ إرتفعت نسب هذا الغاز من 23.3 مليون طن عام 1995 إلى 34.5 مليون طن عام 2005 وبزيادة مقدارها 48٪. بينما تسبب النقل الجوي الداخلي في إطلاق 1.3 مليون طن من غاز ثنائي أوكسيد الكربون. يمثل النقل الجوي نسبة لايمكن تجاهلها ضمن مجموع إنبعاثات المانيا للغازات المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري (Destatis.de, 2009).

الأجراءات التي قامت بها جمهورية ألمانيا الإتحادية للتقليل من إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون

تتركز السياسة البيئية الألمانية في مجال خفظ الأنبعاثات الغازية المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري على مبدأين أساسيين هما الترشيد في إستهلاك الطاقة على المستوى القومي والتحول التدريجي نحو مصادر الطاقة المتجددة وزيادة نسبتها إلى نسب مصادر الطاقة الأخرى ضمن مجموع الطاقة المستهلكة سنوياً في ألمانيا.

أدت زيادة التصنيع إلى زيادة في نسب التلوث الهوائي في المدن الألمانية، ومن اجل تقليل إنبعاثات ألمانيا من غازات الإحتباس الحراري وتطبيقاً لقرارات المؤتمرات الدولية الخاصة بالبيئة أولت ألمانيا مبكراً إهتماماً كبيراً بهذا الموضوع وإتخذت مجموعة من الإجراءات التي تهدف إلى التقليل من إنبعاث الغازات المسببة للتغير المناخي. كانت إولى هذه الإجراءات هي زيادة الضريبة المستحصلة على الوقود وبشكل مضاعف على وقود الديزل والبنزين مما أدى إلى رفع أسعار الوقود بشكل حاد (Matthes, 2005). كان الهدف من هذا الإجراء إجبار ذوي الدخل المحدود على تقليل إستخدام وسائط النقل الخاصة (العربات الشخصية) وتشجيع إستخدام وسائط النقل العامة مثل الحافلات و القطارات. رفعت ألمانيا منذ تسعينيات القرن الماضي الضريبة السنوية على وسائط النقل ألتي تستخدم وقود الديزل وذلك لان وقود الديزل أكثر ضرراً بالبيئة من بقية أنواع الوقود. قامت ألمانيا أيضاً بزيادة الضريبة

السنوية والتامين على العربات الشخصية ذات المحركات الكبيرة في محاولة لتشجيع المواطنين على شراء و إستخدام العربات ذات القدرة الحصانية المنخفظة وشركات صناعة العربات على تصنيع سيارات شخصية ذات محركات صغيرة الحجم. . تطلق وسائط النقل ذات المحركات الصغيرة كميات أقل من غاز ثنائي أوكسيد الكربون وبذلك تقلل من نسب التلوث الهوائي في المدن (جدول 13).

جدول 13. كمية ثنائي أوكسيد الكربون بالغرام المنبعثة خلال لأنواع مختلفة من العربات (Spiegel, 2007).

الموقع	ثاني أوكسيد الكربون المنبعثة (غم)	
	نوع العربة	غرام- كيلومتر واحد
1	Smart	116
2	Fiat	140
3	Citroen	145
4	Lancia	148
5	Renault	149
6	Chevrolet	150
7	Seat	152
8	Skoda	153
9	Ford	153
10	Peugeot	154
11	Opel	157
12	VW	161
13	Toyota	163
14	Honda	166
15	Hyundai	170
16	Audi	179
17	Mini	179
18	Alfa Romeo	184
19	Mercedes	186
20	Volvo	192
21	BMW	192
22	Saab	193

208	Jaguar	23
241	Chrysler	24
253	Land Rover	25
297	Porsche	26

يبين جدول 13 ان العربات ذات المحركات الكبيرة والقوة الحصانية العالية تنتج كميات أكبر من غاز ثنائي أوكسيد الكربون. إن إستخدام العربات ذات الدفع الرباعي ذات المحركات الكبيرة يزيد من إنبعاثات غازات الإحتباس الحراري الملوثة للغلاف الجوي.

وافقت الحكومة الألمانية على إصدار قانون جديد جرى تطبيقه إعتباراً من الأول من شهر تموز عام 2009 يطبق على العربات المصنعة بعد تاريخ الخامس من نوفمبر عام 2008 ويلغي القانون القديم للضريبة على العربات الذي كان يعتمد في فرض الضريبة على حجم محرك السيارة. يعتمد القانون الجديد في فرض الضرائب السنوية على العربات على كمية الغازات التي تطلقها السيارة. ويعفي القانون الجديد مالكي العربات التي تطلق أقل من 120 غرام CO_2 في الكيلومتر الواحد من الضريبة السنوية للأعوام 2010-2011 ميلادية. أما بقية العربات والتي تطلق أكثر من 120 غرام في الكيلو متر الواحد من CO_2 فان الضريبة السنوية لها تساوي 2 يورو للغرام الواحد من غاز CO_2 للكيلو متر الواحد. وهذا يعني إن أصحاب العربات ألتي تطلق معدلات مرتفعة من غاز ثنائي أوكسيد الكربون ألكربون سيضطرون إلى دفع مبالغ أكثر كظريبة سنوية على سياراتهم الأمر ألذي يشجع على شراء العربات الصغيرة، ألتي لا تسبب ضرراً كبيراً بالبيئة (CO_2-steuer.info, 2009).

يعود إهتمام الحكومة الألمانية بالإجراءات والقوانين التي تحد من إستهلاك الوقود الإحفوري في وسائط النقل المختلفة بسبب ما يمثله هذا القطاع من أهمية في مجال إستهلاك الطاقة. يبلغ معدل ما يطلقه قطاع النقل من غاز ثنائي أوكسيد الكربون حوالي 21.1٪ من مجموع إنبعاثات المانيا من غاز ثنائي أوكسيد الكربون وهي نسبة عالية يتوجب تخفيضها بشكل مستمر (Bratzel, 2005). وشجعت الدولة المواطنين

على إستخدام وسائط ألنقل ألعامة من خلال دعمها بإصدار تذاكر نهاية الأسبوع المخفضة Week End Ticket والصالحة لأستخدام خمسة أشخاص ليوم واحد وفي كافة وسائط النقل العامة داخل ألمانيا.

قدمت وزارة البيئة الألمانية دعماً مادياً للمواطنين الذين حولوا نظام ألتدفئة الذي يستهلك الوقود الأحفوري فقط في منازلهم إلى نظام تدفئة يعتمد على الطاقة الشمسية او الطاقة الجيو-حرارية. شجع هذا الأجراء مئات الألاف من المواطنين على الأستفادة من المنح المالية المقدمة في تغيير أنظمة التدفئة و التسخين المائي في منازلهم إلى مصادر الطاقة المتجددة.

أصدرت الحكومة الألمانية قانوناً جديداً يجبر أصحاب البيوت و البنايات الذين قدموا تراخيص للبناء إعتباراً من تاريخ الأول من يناير 2009 على إستخدام مصادر الطاقة المتجددة كجزء من مجموع الطاقة المستهلكة في بيوتهم أو بناياتهم. وحدد القانون الجديد إستخدام مصادر الطاقة المتجددة على الشكل التالي:

1. إلزام أصحاب البيوت و المباني السكنية على تركيب خلايا أو الواح الطاقة الشمسية (نظام التدفئة والتسخين المائي بالطاقة الشمسية) وبمعدل 4 مترمربع لكل 100 مترمربع. أما المباني غير السكنية فقد حدد القانون نسبة الطاقة المستخدمة عن طريق نظام التدفئة والتسخين المائي بالطاقة الشمسية بأكثر من 15 ٪ من مجموع الطاقة المستهلكة بالمبنى.
2. عند إستخدام الطاقة الجيو-حرارية أو الكتلة الحيوية أو الزيوت ألنباتية كمصدر للطاقة المتجددة يجب أن لا تقل نسبتها عن 50 ٪ من مجموع الطاقة المستهلكة في المبنى.
3. في حالة إستخدام الغاز الحيوي Biogas كمصدر للطاقة يجب أن لاتقل النسبة عن 30 ٪ من مجموع الطاقة المستهلكة في المبنى.
4. أعطى القانون لأصحاب البيوت و المباني حرية إستخدام أكثر من مصدر من مصادر الطاقة المتجددة في الحصول على الطاقة المطلوبة في بيوتهم ومبانيهم (Schwaebisch-hall, 2009).

قامت وزارة البيئة الألمانية من خلال دوائر البيئة المنتشرة في جميع المناطق و المدن الألمانية ومن خلال ألكثير من المشاريع بما فيها المشاريع ألحكومية و المبادرات المدرسية في غرس ملايين الأشجار والأهتمام بالغابات وحمايتها وأعتبار الكثير من المناطق محميات طبيعية وكان الهدف من هذا الأجراء

1. تعويض النقص الحاصل في عدد الأشجار نتيجة قطعها للأسباب الأقتصادية، الصناعية، البيئية(أشجار مريضة او ميتة نتيجة تزايد التلوث الهوائي وبشكل خاص الأمطار الحمضية).
2. تقليل الزيادة الحاصلة في نسب غاز ثنائي أوكسيد ألكربون في الهواء.
3. تعزيز الوعي البيئي والثقافة البيئية بين المواطنين.

إنتهجت الدولة الألمانية ومنذ وقت مبكر طريقة فصل النفايات وتدويرها في جميع مرافق الدولة بما فيها المنازل بحيث بات على المواطن فصل النفايات إلى مطبخية، ورقية، معدنية، زجاجية، بلاستيكية . أدت هذه الطريقة إلى إستخدام بعض أنواع النفليات كالنفايات المطبخية والبلاستيكية كمصدر للطاقة بدل إستهلاك الوقود الأحفوري مما قلل من كميات إستهلاكه. أما النفايات الورقية والمعدنية والزجاجية فان الشركات الألمانية تقوم بتدويرها و إعادة إستخدامها كمواد أولية في الصناعة.

المبحث الثالث

مصادر الطاقة المتجددة والبديلة في ألمانيا

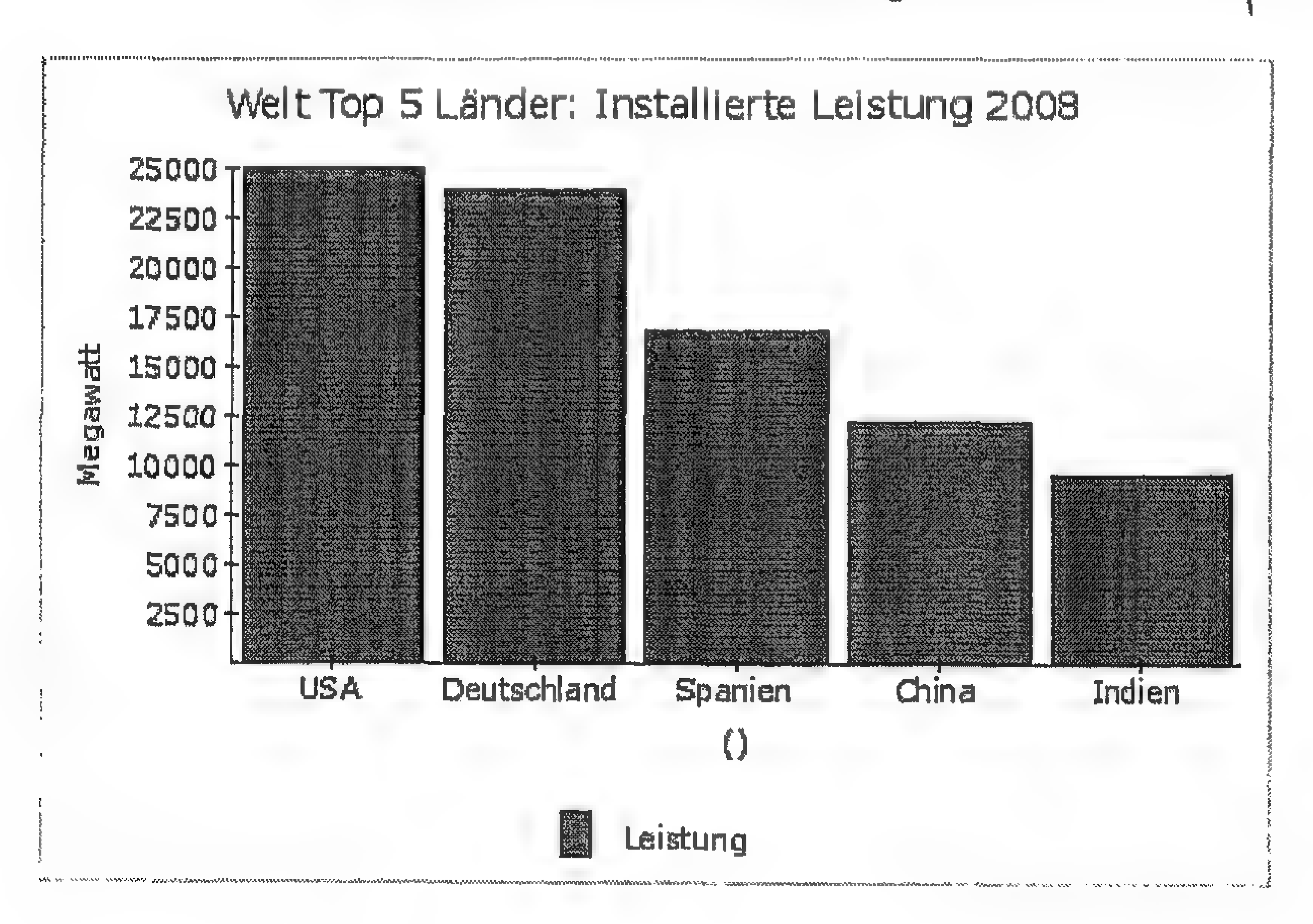
إبتداءاً من عام 1990 وبعد وقوع الكارثة البيئية لمفاعل تشيرنوبل النووي عام 1986 في أوكرانيا والمخاطر البيئية الكبيرة التي سببها في أوربا، بدأت ألمانيا تولي إهتماماً متزايداً بموضوعة الإستغناء عن الطاقة المنتجة في مفاعلاتها النووية والاستعاضة عنها بمصادر جديدة للطاقة. لم تكن ألمانيا تمتلك مصدر من مصادر الطاقة المتجددة حينذاك غير الطاقة الكهرومائية المنتجة عن طريق السدود ولم تكن انتاجيتها للطاقة الكهربائية من هذا المصدر كبيرة بحيث تسد النقص الحاصل في كمية الطاقة فيما إذا أوقفت ألمانيا مفاعلاتها النووية او حتى قللت عدد تلك المفاعلات. وكان لوصول الحزب الأشتراكي وحزب الخضر الألماني ألى السلطة في ألمانيا وتولي الوزير يوشكا فيشر Joschka Fischer من حزب الخضر ومن بعده الوزير تريتين Trittin حقيبة وزارة البيئة الألمانية دوراً اساسياً في تنامي إهتمام الدولة والشارع الألماني بمصادر الطاقة المتجددة وزيادة نسبتها في مجموع الطاقة المستهلكة في ألمانيا. بدات ألمانيا وإعتباراً من عام 1990 بزيادة إنتاجها من الطاقة المتجددة والتي تتمثل في الطاقة الشمسية، الطاقة الكهرومائية، الطاقة الجيو حرارية، طاقة الرياح، الكتلة الحيوية. يعتبر إستهلاك الفرد الألماني للطاقة الكهربائية مرتفعاً جداً مقارنةً بالكثير من الدول الأوربية والدول النامية والفقيرة. يعتمد إستهلاك الأسرة للطاقة الكهربائية على عدد الأفراد أذ يؤدي زيادة عدد أفراد الأسرة الى زيادة ملحوظة في إستهلاك الطاقة بكل أنواعها (جدول 14).

جدول 14. إستهلاك الأسرة الألمانية للطاقة الكهربائية (Haus+Energie, 2008).

عدد الأفراد	الأستهلاك السنوي كيلو واط-ساعة
1	1970
2	3260
3	4240
4	4900
5	6150

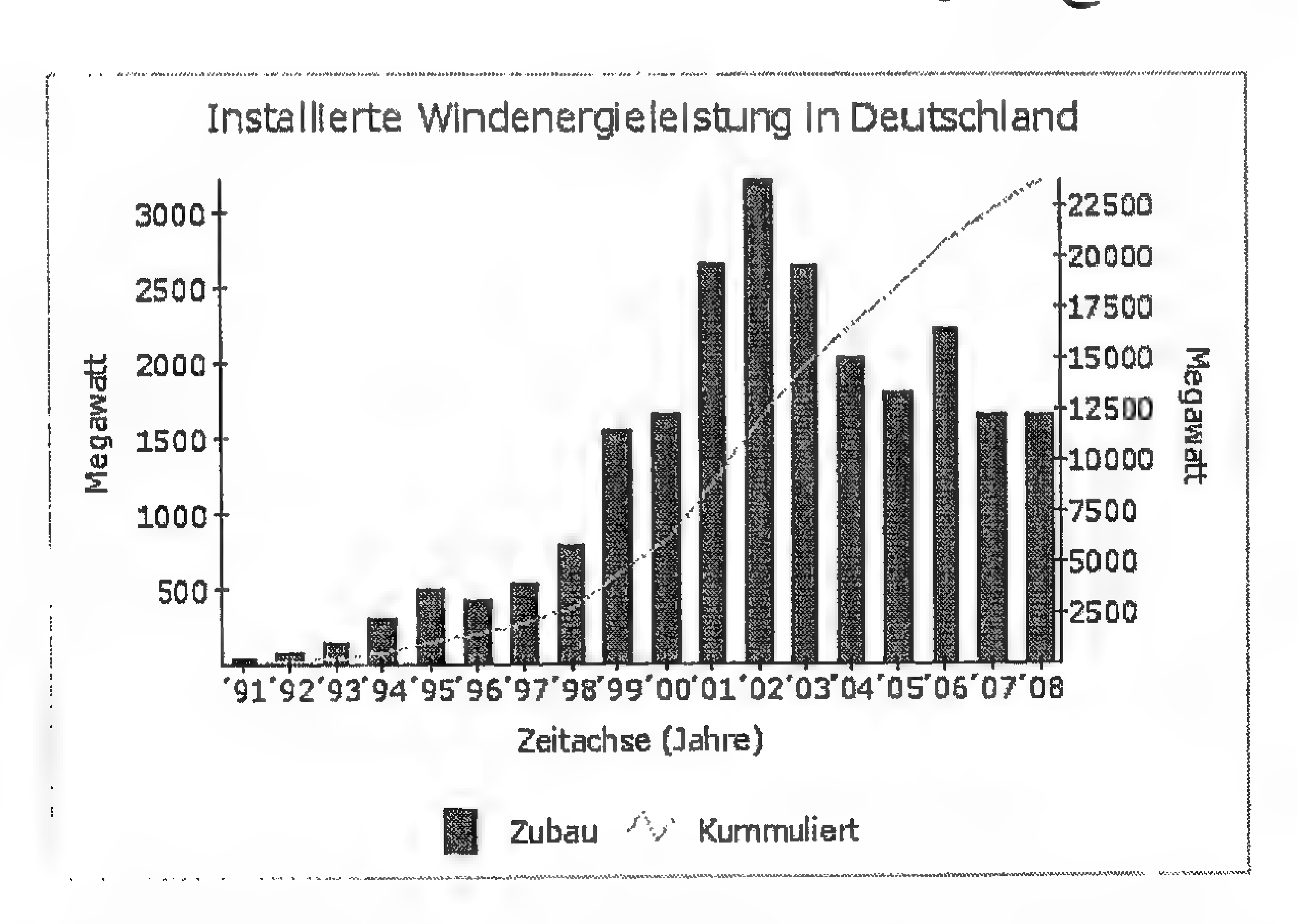
أكدت وزارة البيئة الألمانية في بيانها الصحفي رقم 44 لسنة 2008 إن ألمانيا تمكنت عام 2007 من رفع نسبة إنتاجها من الطاقة المتجددة إلى مجموع الطاقة الكهربائية المستهلكة الى 14.2 ٪ وبزيادة مقدارها الخمس عن العام السابق وهذا ما أدى إلى تقليل كميات غاز ثنائي أوكسيد الكربون بمعدل 114 مليون طن سنوياً (BMU, 2008).

في عام 2008 جائت ألمانيا بالمرتبة الثانية عالمياً بعد الولايات المتحدة الأمريكية في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق طواحين الهواء المنتجة للطاقة الكهربائية. يبلغ عدد مولدات الطاقة الكهربائية بإستخدام قوة ألرياح 20301 مولدة تنتج حوالي 23903 ميغا واط حيث تنتج المولدة الواحدة حوالي 1.18 ميغا واط (شكل 6). رفعت ألمانيا خلال عام 2008 نسبة إنتاجها للطاقة الكهربائية عن طريق طواحيت الهواء إلى 7.95 ٪ من مجموع الطاقة الكهربائية المنتجة سنوياً بعد ان كانت 6.4 ٪ عام 2007 (Deutschland-windenergie, 2008).



شكل 6. أكثر خمس دول إنتاجاً للطاقة الكهربائية عن طريق طاقة الرياح (Bwe.de, 2009).

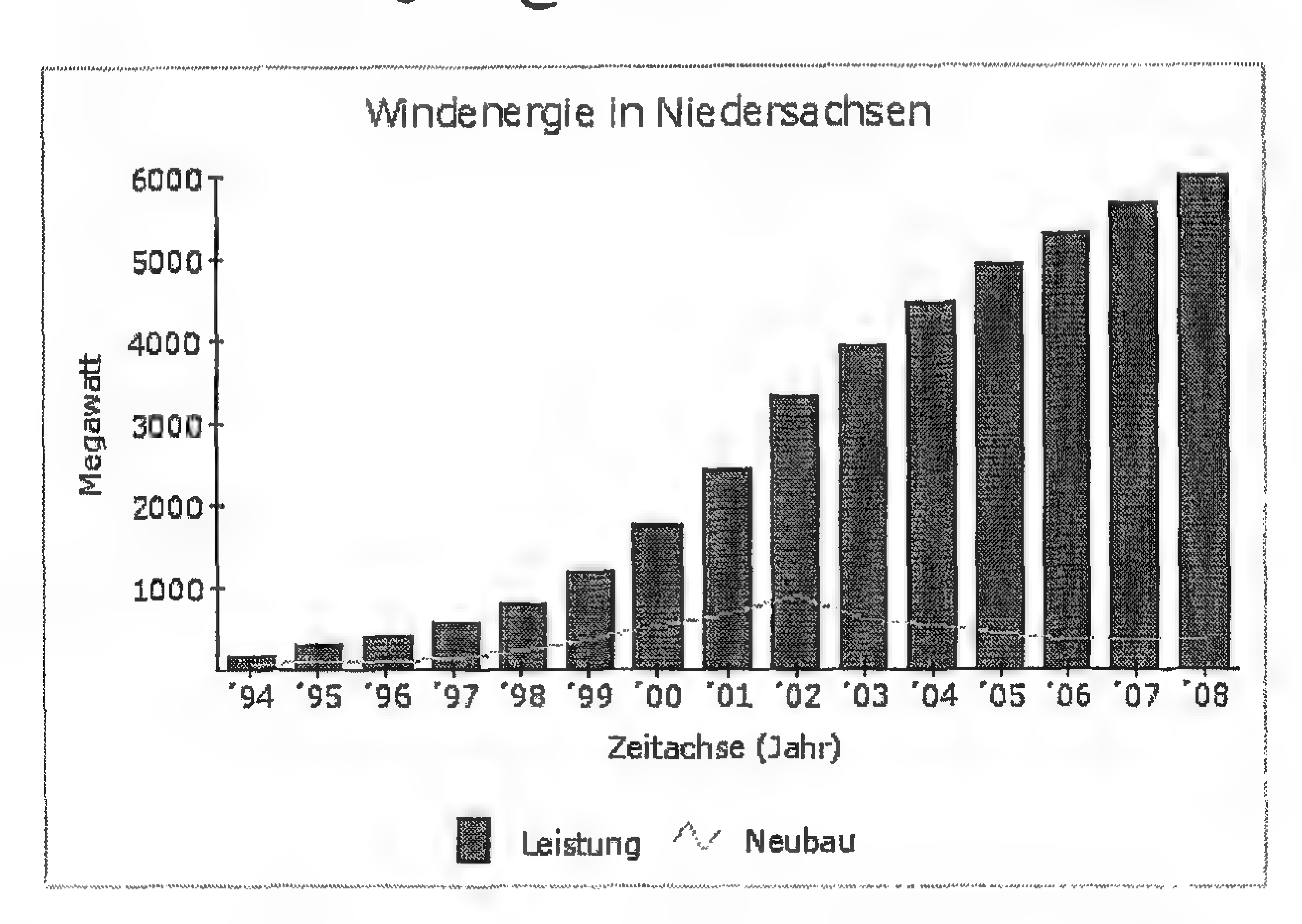
تـاتي المانيـا بالمرتبـة الثانيـة عالميـاً بعـد الولايـات الامريكيـة في إنتـاج الطاقـة الكهربائية عن طريق إستغلال قوة الرياح بينما تاتي المانياً بالمرتبة الأولى اوربياً متقدمة على كل من اسبانيا وايطاليا وفرنسا والمملكة المتحـدة. إسـتثمرت المانيـا خـلال عـام 2007 حوالي 11.729مليار يورو في مشاريع إنتاج الطاقة عن طريـق قـوة الريـاح، بلغـت الاسـتثمارات الداخليـة منهـا 5.773 مليـار يـورو. بينمـا بلغـت صـادرات وأستثمارات المانيا الخارجية حوالي 5.956 مليار يورو. يعتبر هذا المجال من المجالات الإقتصادية الحيويـة الـتي تعـول المانيـا عليهـا الكـثير في تطـوير عجلتهـا الإقتصـادية واستثماراتها الخارجية. تعتبر المانيا من أكثـر الـدول تصـديراً لهـذه التكنلوجيـا علـى الصعيد العالمي. تسعى المانيا من خلال التكنلوجيا المتطورة التي تمتلكها في مجال إنتـاج الطاقة عن طريق المصادر المتجددة الى فتح اسواق جديـدة للمبيعـات تشـمل منـاطق كثيرة من العالم من ضمنها اسواق في المنطقة العربية. . إستطاعت المانيا واعتبـاراً مـن العام 1991 ان تظاعف إنتاجها من الطاقة الكهربائية بشـكل تصـاعدي عـن طريـق إستغلال طاقة الرياح (شكل 7).



شكل 7. إنتاج المانيا للطاقة الكهربائيـة عـن طريـق طاقـة الريـاح (Bwe.de, 2009).

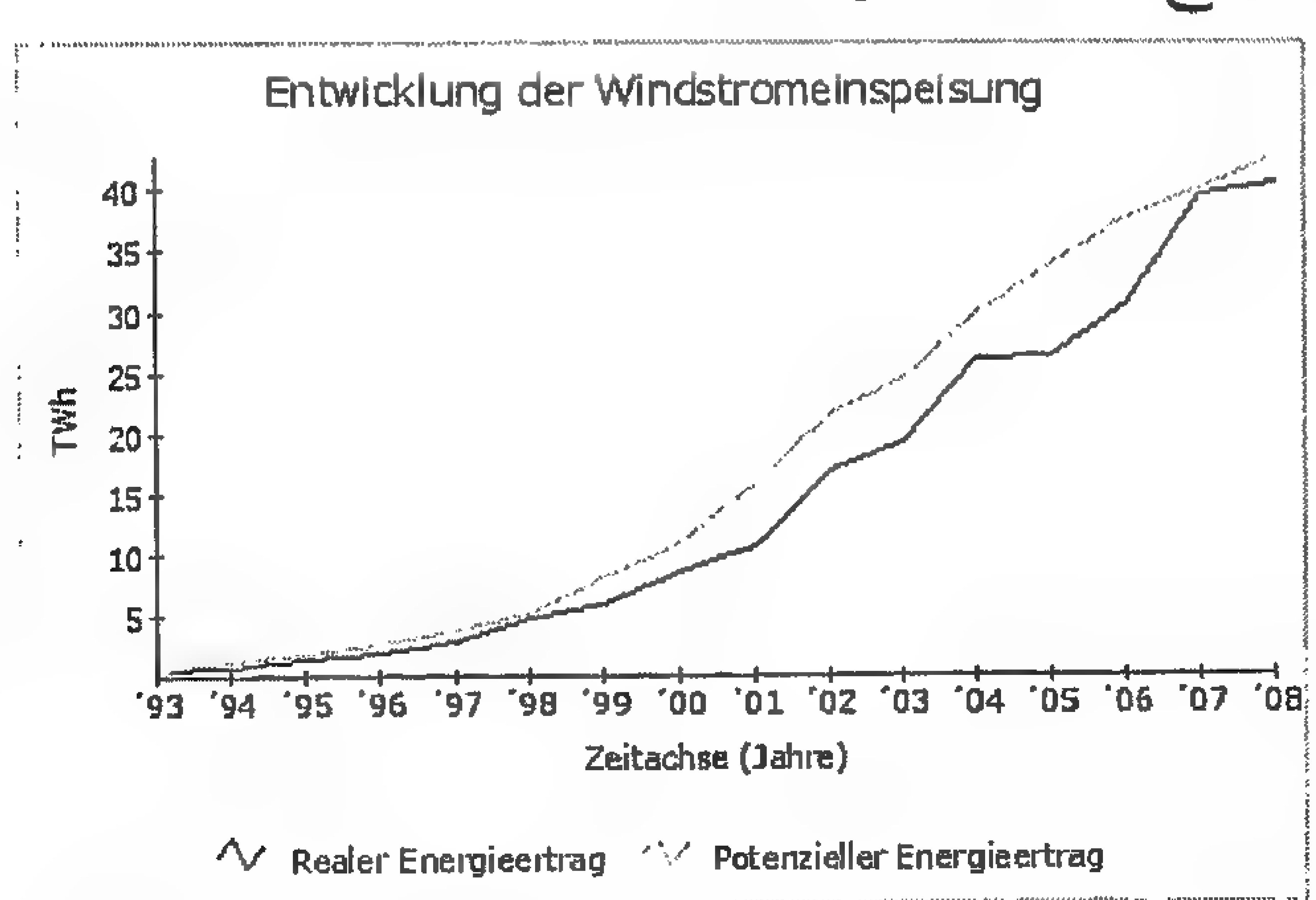
والجدير بالملاحظة ان هذه الطريقة في إنتاج الطاقة الكهربائية قللت إنبعاثات ألمانيا من غاز ثنائي أوكسيد الكربون عام 2007 بحوالي 34 مليون طن سنوياً (BMU, 2008).

تنتشر المولدات الهوائية للطاقة الكهربائية في الجزء الشمالي و الشرقي من ألمانيا حيث تزداد قوة التيارات الهوائية الضرورية لتدوير طواحين الهواء بسبب القرب من بحر البلطيق وبحر الشمال فيما يكاد يخلوا الجنوب الألماني من هذه التكنلوجيا الحديثة لإنتاج الطاقة. بدات ألمانيا خلال عام 2009 بالتوسع في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق طواحين الهواء عن طريق إستغلال المساحات الواسعة في البحار في نشر هذه المولدات والإستفادة بشكل أكبر من سرعة وقوة الرياح في السواحل الألمانية في إنتاج الطاقة الكهربائية (Erneuenbare-energie.de, 2008). إن مقاطعة سكسونيا السفلى Niedersachsen هي من أكثر المقاطعات الألمانية إهتماماً وانتاجاً للطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال طاقة الرياح (شكل 8).



شكل 8. إنتاج الطاقة الكهربائية في مقاطعة ساكسونيا السفلى (Bwe.de, 2009)

تعتبر مقاطعة ساكسونيا السفلى Niedersachsen من أكثر المقاطعات الألمانية التي تنتشر بها مولدات الطاقة الكهربائية العاملة على قوة الرياح، تقع هذه المقاطعة في شمال المانيا وتعتبر من اكبر مقاطعات المانيا مساحةً، لها سواحل طويلة على بحر الشمال وتمتاز بوجود مرتفعات جبلية. تزداد سرعة الرياح كلما اقتربنا في هذه المقاطعة من المنطقة الساحلية. يعود سبب إهتمام مقاطعة سكسونيا السفلى بمصادر الطاقة المتجددة لوصول حزب الخضر الألماني الى السلطة في هذه المقاطعة لاول مرة بالتحالف مع الحزب الاشتراكي الألماني في بداية تسعينات القرن الماضي. لعبت الأرادة السياسة لهذا التحالف في تبني سياسة بيئية دوراً مهماً في تحقيق نتائج ايجابية في موضوعة الإنتقال والتحول من مصادر الطاقة التقليدية إلى مصادر الطاقة المتجددة. .
لم يقتصر التطور في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال قوة الرياح على مقاطعة ساكسونيا السفلى بل تعدى ذلك ليشمل كل المقاطعات الألمانية وخصوصاً الشمالية منها. أدى هذا التطور الى رفع إنتاجية المانيا للطاقة الكهربائية عن طريق هذا المصدر (شكل 9). أما مقاطعة شليزفيج هولستاين وهي من المقاطعات الشرقية في المانيا فانها تمكنت من توفير حوالي 30٪ من إحتياجاتها للطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال طاقة الرياح فقط (الناصر، 2009).



شكل 9. تطور إنتاج المانيا للتيارالكهربائي عن طريق طاقة الرياح (Bwe.de, 2009)

تمكنت ألمانيا عام 2007 في مجال توليد الطاقة الكهربائية عن طريق السدود والتيارات المائية (الطاقة الكهرومائية) من إنتاج 20.7 مليار كيلو وات- ساعة من الطاقة الكهربائية وبنسبة مقدارها 3.4 ٪ من مجموع الطاقة الكهربائية المنتجة سنوياً. فيما وصلت نسبة الطاقة المنتجة عن طريق التيارات المائية والسدود إلى نسبة الطاقة الكهربائية المنتجة من خلال مصادر الطاقة المتجددة إلى 23.6 ٪. خفضت هذه الطريقة في إنتاج الطاقة الكهربائية إنبعاثات ألمانيا من غاز ثنائي أوكسد الكربون عام 2007 بحوالي 22.6 مليون طن سنوياً(BMU, 2008).

لم تتمكن ألمانيا من زيادة أنتاجها للطاقة الكهربائية خلال العقود الأخيرة عن طريق ألطاقة الكهرومائية(السدود و التيارات المائية) بل لوحظ إن إنتاجها قد تراجع خلال السنوات الأربع الأخيرة وذلك لان توليد الطاقة الكهرومائية يعتمد على كمية الأمطار المتساقطة والطبيعة الجغرافية للمنطقة. من هنا يجري التاكيد على إن إمكانيات التطور في هذا المجال محدودة قياساً بمصادر الطاقة المتجددة الأخرى. يعتبر الجنوب الألماني من أكثر المناطق إنتاجاً للطاقة الكهرومائية بسبب توفر الطبيعة الجبلية المناسبة والمياه المتدفقة من جبال الألب. هناك مناطق جبلية أخرى مثل منطقة الهاتز تتوفر فيها الشروط المناسبة لإنشاء المشاريع الكهرومائية تنتج الطاقة الكهربائية عن طريق مساقط المياه. يوجد في المانيا 7300 محطة توليد طاقة كهرومائية صغيرة تنتج مجموعها مابين 8-10 ٪ من مجموع الطاقة الكهربائية المنتجة بواسطة المحطات الكهرومائية. هناك 354 محطة توليد طاقة كهرومائية متوسطة وكبيرة تنتج ما تبقى من الطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق استهلاك قوة المياه المتساقطة والبالغ نسبتها 90 ٪.

لم يكن إستعمال الطاقة الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية مستخدماً في ألمانيا قبل عام 1992 حيث بدات ألمانيا إولى خطواتها وتجاربها في هذا المجال المهم من مجالات الأستفادة من مصادر الطاقة المتجددة. أنتجت ألمانيا عام 1992 ما قيمته 0.001 ٪ من إنتاجها للطاقة الكهربائية عن طريق استغلال الطاقة الشمسية. رفعت ألمانيا نسبة إنتاجها للطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال الطاقة الشمسية في عام 2007 إلى 0.6 ٪ من حجم إنتاجها الكلي للطاقة الكهربائية، وقد رفعت ألمانيا

إنتاجها من الطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال الطاقة الشمسية من 3 GWh عام 1992 إلى 3500 GWh عام 2007 (BMU, 2008).

بلغت نسبة الطاقة الشمسية إلى مجموع الطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق مصادر الطاقة المتجددة لعام 2007 حوالي 4 ٪. إستطاعت ألمانيا مع نهاية عام 2007 إلى رفع مساحة الألواح أو خلايا الطاقة الشمسية إلى 9.6 مليون مترمربع حيث تستخدم هذه الخلايا أو الألواح في توفير الطاقة اللازمة للتدفئة ولتسخين المياه في البيوت على نطاق واسع (BMU, 2008).

من أهم المشاريع في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق الطاقة الشمسية المشروع الذي أفتتح في مقاطعة زاكسن Sachsen الألمانية وبالقرب من مدينة لايبزج وعلى مساحة مقدارها 110 هكتار هي عبارة عن مطار عسكري قديم للجيش الألماني تم تحويله إلى محطة توليد للطاقة الكهربائية باستخدام الأشعة الشمسية. ينتج هذا المشروع سنوياً حوالي 40 مليون ميغا واط-ساعة من التيار الكهربائي يكفي لتغذية عشرة الاف مسكن بالطاقة الكهربائية ويوفر حوالي 25 ألف طن من غاز ثنائي أوكسيد الكربون. تعتمد هذه التكنلوجيا الجديدة على الإستفادة من الطاقة الشمسية وذلك عن طريق تركيز الأشعة الشمسية وتجميعها بواسطة مرايا عاكسة متحركة تدور باتجاه حركة الشمس للاستفادة القصوى من الحرارة الشمسية. تجمع المرايا العاكسة الأشعة الشمسية على سطوح والواح الخلايا الشمسية الموزعة على مساحة كبيرة من اجل الحصول على درجة حرارة عالية كافية لتبخير المياه للحصول على كميات كبيرة من البخار الذي يقوم بتدوير التوربينات البخارية المولدة للطاقة الكهربائية. تعتبر هذه المحطة أكبر محطة توليد للطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال الأشعة الشمسية. إستطاعت المانيا رغم قلة أيام السطوع الشمسي فيها من الإستفادة من هذه التكنلوجيا للحصول على الطاقة الكهربائية دون الحاجة لحرق الوقود الإحفوري. تقوم مراكز الأبحاث الألمانية بدراسات مختبرية للإعتماد بشكل أكبر على هذه التكنلوجيا في المستقبل. كما وتسعى المانيا الى تصدير هذه التكنلوجيا الحديثة الى دول

العالم المهتمة بتوفير الطاقة الكهربائية عن طريق مصادر الطاقة المتجددة (Focus, 2009).

تهتم الدولة الألمانية بهذا المصدر رغم قلة توفر الطاقة الشمسية في ألمانيا مقارنةَ بدول اخرى مثل دول الشرق الأوسط والبلدان العربية والأفريقية. يعتقد إن الطاقة الشمسية رغم محدودية قوة الإشعاع الشمسي وقلة أيام السطوع في المانيا يمكن لها ان توفر 50٪ من الطاقة المستهلكة في تدفئة المنازل. تجري الشركات الألمانية أبحاثاً كبيرة ومهمة على الخلايا الشمسية وتعتبرها من المشاريع المهمة التي يمكن لها ان تزيد من صادرات ألمانيا الخارجية. كما وتعتبر هذه الصناعة من النشاطات الأقتصادية المهمة التي تساعد على تشغيل الأيادي العاملة وتقلل من مشكلة البطالة التي تعاني منها ألمانيا حالياً.

بدأ إستغلال الطاقة الجيو- حرارية في ألمانيا إعتباراً من عام 2004 حيث رصدت وزارة البيئة الألمانية مبلغ ستين مليون يورو في مجموعة من المشاريع لإستغلال الطاقة الجيو – حرارية لأغراض إنتاج الطاقة الكهربائية والتدفئة. تستخدم الطاقة الجيو- حرارية كثيراً في مجال تدفئة المدن أما في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية فلا يزال إستخدامها بطيئاً (جدول 15). تولي الدولة الألمانية أهمية كبيرة على الطاقة الجيوحرارية باعتبارها بديلاً مهماً من بدائل الوقود الإحفوري وتهتم كثيراً بهذا المصدر باعتباره مصدراً أزلياً يمكن ان يوفر الطاقة وخصوصاً في مجال التدفئة وتسخين المياه للكثير من المستهلكين الألمان.

إضافة إلى ذلك هناك حوالي 115 ألف منزل في ألمانيا تعتمد على الطاقة الجيو-حرارية في التدفئة عن طريق حفر أبار توصل المياه الحارة إلى البيوت . تعتبر الطاقة الجيو-حرارية من مصادر الطاقة ذات التكلفة العالية بالنسبة للمواطن وذلك لان عمليات الحفر وتركيب الأجهزة اللازمة لسحب وتوزيع المياه الحارة من باطن الأرض إضافةً لإجور العمل تكلف مبالغ كثيرة (عشرين الف يورو تقريباً).

جدول 15. بعض المشاريع التي تستخدم الطاقة الجيو – حرارية في مجالي إنتاج الطاقة الكهربائية والتدفئة في ألمانيا (تقرير الحكومة الألمانية حول الطاقة الجيو- حرارية 2008 (Erneuerbare-energie.de, 2009).

المشروع	سنة التشغيل	الطاقة الجيو- حرارية المنتجة	الطاقة الكهربائية المنتجة	درجة حرارة المياه	عمق الحفر (متر)
Neustadt-Glewe	2003	1.3–3.5	0,21	119	2200
Unterhaching	2007	30	3.4	122	3577
Groß Schoenebeck	2008	10	1.5	150	4249
Bruchsal	2008	4	0,5	118	2500
landau	2007	22	2.5	150	3000
Unterhaching	2007	38	3.3	122	3500
Spayer	2009	24-50	4.8-6.0	150	2900
Riedstadt	2009	21.5	3		3100
Duerrnharr	2009	50	5	130	4000

يستهلك 10٪ من السكان في المانيا الطاقة الكهروحرارية في تدفئة وتسخين المياه في بيوتهم وهناك رغبة كبيرة لدى المواطنين بالتوجه لحو هكذا أنواع من مصادر الطاقة. ومن اجل تقليل التكلفة العالية للطاقة الجيوحرارية هناك مشاريع جديدة لدى الشركات الألمانية لربط شبكات التدفئة في البيوت في المدن الكبرى مثل برلين و ميونخ عن طريق الطاقة الجيوحرارية في مشروع واحد في كل مدينة من أجل تلافي عمليات حفر أبار في كل بيت والإكتفاء بحفر ابار مركزية في كل مدينة.

الكتلة الحيوية والوقود الحيوي

هي من أقدم وأهم مصادر الطاقة المتجددة التي عرفها الإنسان منذ تكوينه ولحد يومنا هذا. يختزن النبات الطاقة الشمسية بعملية التركيب الضوئي وذلك باستغلال غاز ثنائي لأوكسيد الكربون على شكل كتلة حيوية ويقوم الإنسان بالإستفادة من هذه الطاقة على شكل غذاء او مصدر للطاقة. تمتاز الكتلة الحيوية بسهولة نقلها وخزنها وتتكون من مختلف أنواع النباتات ومخلفاتها وتكون على عدة أشكال هي الصلبة والسائلة والغازية. تنتج الطبيعة سنوياً حوالي 200 مليار طن من الكتلة الحيوية لايستخدم منها كغذاء سوى 0.4 ٪ (El Bassam, 2008).

تعد الكتلة الحيوية والوقود الحيوي من مصادر الطاقة المتجددة تساهم بشكل محدود في خفض تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي إذا إستعملت كبديل للوقود الإحفوري (Righelato, 2007). الكتلة الحيوية هي عبارة عن مواد عضوية طبيعية يدخل الكربون و الهيدروجين في تركيبها وينتج عن إحتراقها غاز ثنائي أوكسيد الكربون حالها حال غيرها من المواد العضوية ومنها الوقود الإحفوري. تمثل الأخشاب وأوراق الأشجار ونفايات المزارع والمصانع الغذائية والشحم الحيواني ونفايات المنازل أنواعاً من الكتلة الحيوية والتي يمكن تحويلها إلى وقود يسمى الوقود الحيوي يستعمل كبديل للوقود الإحفوري في جميع جوانب الإستخدام البشري. يؤدي استخدام الكتلة الحيوية كبديل للوقود الإحفوري إلى التخلص من النفايات العضوية وتعتبرهذه الطريقة طريقة مثلى لتدوير النفايات وتقليل التلوث البيئي الناتج عنها والتقليل من إستهلاك الوقود الإحفوري كمصدر للطاقة. يصنف الديزل الحيوي على انه وقود غير سام وقابل للتحلل بيولوجياً. ينتج عن طريق تحليل الزيوت النباتية و الدهون الحيوانية ويمكن مزجه مع الديزل النفطي وفق اي تركيز وفي اي محرك. أما الإيثانول الحيوي فانه وقود حيوي ينتج من تخمير الكتلة الحيوية الحاوية على السكريات الأحادية والمعقدة. هناك نوعين من وقود الإيثانول هما E85 وهو عبارة عن مزيج من 85٪ ايثانول و 15٪ بنزين. اما وقود الإيثانول E10 فهو عبارة عن مزيج يتكون من 90٪ بنزين و 10٪ إيثانول. يخفض

الوقود الحيوي غازات الدفيئة لان الكتلة الحيوية (مواد نباتية عضوية) تمتص أثناء نموها غاز ثنائي أوكسيد الكربون وتخلص الغلاف الجوي من تزايد تركيزاته (دنجر، 2009).

تمكنت ألمانيا عام 2007 في مجال توليد الطاقة الكهربائية عن طريق الكتلة الحيوية من إنتاج 23.8 مليار كيلو واط- ساعة من الطاقة الكهربائية وبنسبة مقداره 3.8 ٪ من مجموع الطاقة الكهربائية المنتجة سنوياً. فيما وصلت نسبة الطاقة المنتجة عن طريق الكتلة الحيوية إلى نسبة الطاقة الكهربائية المنتجة من خلال مصادر الطاقة المتجددة إلى 27.1 ٪ (BMU, 2008).

لم يكن الوقود الحيوي مستخدماً في ألمانيا قبل عام 1991 بشكل واسع وكانت نسبته في كمية الوقود السائل المستهلك حتى عام 2002 تكاد تكون غير مؤثرة ولاتتعدى 0.4 ٪ من مجموع الوقود السائل المستخدم في ألمانيا. شهدت الأعوام التي تلت عام 2000 ميلادي تطوراً ملحوظاً في كميات إنتاج الوقود الحيوي والمتمثل بالديزل الحيوي Biodiesel والأيثانول الحيوي Bioethanol والزيوت النباتية حتى وصلت نسبتها في كمية الوقود السائل المستهلك في ألمانيا إلى 7.6 ٪ عام 2006 م (BMU, 2008). إستهلكت ألمانيا خلال عام 2007 حوالي 3.32 مليون طن من البيو ديزل، 840 ألف طن من الزيوت النباتية، 460 ألف طن من البيو ايثانول.

تنتج الطاقة الكهربائية في المانيا من الطاقة النووية والفحم الحجري والغاز الطبيعي ومصادر الطاقة المتجددة. يخلف إنتاج كيلو واط ساعة من التيار الكهربائي حوالي 541 غرام من غاز ثنائي أوكسيد الكربون وحوالي 0.0007 غرام من المخلفات النووية. تستهلك العائلة المكونة من شخصين فقط حوالي 2500 كيلو واط ساعة سنوياً مما يؤدي الى انطلاق حوالي 1350 كيلوغرام من غاز ثنائي أوكسيد الكربون. بينما تستهلك العائلة المكونة من أربعة أشخاص حوالي 3500 كيلو واط ساعة سنوياً مما يؤدي إلى إنطلاق حوالي 1890 كيلوغرام من غاز ثنائي أوكسيد الكربون.

إنتاج الطاقة الكهربائية

تنتج شركة الهارتز لانتاج الطاقة الكهربائية Harz Energie GmbH (وهي من الشركات المعروفة والتي تزود أكثر من 280 ألف مواطن وعدد كبير من المصانع في وسط ألمانيا بالطاقة الكهربائية) الطاقة الكهربائية من مصادر للطاقة متنوعة مثل الطاقة النووية بنسبة 39 ٪ والوقود الإحفوري بنسبة 39 ٪ والطاقة المتجددة بنسبة 22 ٪. يخلف إنتاج كيلو واط ساعة من الطاقة الكهربائية التي تنتجها هذه الشركة حوالي 319 غرام من غاز ثنائي أوكسيد الكربون وحوالي 0.0010 غرام من المخلفات النووية. مقارنتاً بالمعدلات العامة في المانيا تعتبر هذه الشركة متقدمة على الشركات الأخرى في نسبة إنتاجها للطاقة المتجددة (22٪) ضمن مصادر الطاقة الأخرى حيث ان المعدل العام للكثير من الشركات الأخرى لايتجاوز 15٪. من جانب أخر لاتتعدى نسبة الطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق حرق الوقود الإحفوري في هذه الشركن عن 39٪ في حين ان المعدل العام للكثير من الشركات يصل في بعض الأحيان الى 61٪. ان الإعتماد على الطاقة المتجددة مثل الطاقة الكهرومائية وطاقة الرياح والمتوفرة في هذه المنطقة والتقليل من الإعتماد على الوقود الإحفوري في انتاج الطاقة الكهربائية خفض معدلات إطلاق غاز ثنائي أوكسيد الكربون في هذه الشركة من 541 غرام إلى 319 غرام في الكيلو واط ساعة. تزود هذه الشركة المستهلكين بالطاقة الكهربائية المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة فقط بناءاً على رغبة المستهلك. تنتج هذه الشركة التيار الكهربائي من مصادر الطاقة المتجددة والتي تتكون من الطاقة الكهرومائية وبنسبة 50 ٪، طاقة الرياح وبنسبة 49 ٪، الطاقة الشمسية وبنسبة 1٪. تبيع الشركة المذكورة التيار الكهربائي المنتج عن طريق مصادر الطاقة المتجددة فقط باسعار أغلى من التيار العادي بمقدار 0.4 سنت للكيلو واط ساعة. يكلف إنتقال المستهلك من إستهلاك التيار الكهربائي المنتج عن طريق مصادر الطاقة المعتادة إلى التيار المنتج بواسطة الطاقة المتجددة فقط 2 يورو شهرياً. تمتلك الشركة محطة توليد للطاقة الكهربائية تعمل على إستهلاك الوقود الإحفوري وتستخدم الحراة المنبعثة نتيجة عمليات الإحتراق في تسخين المياه التي تضخ بواسطة أنابيب لعدد كبير من

المنازل من اجل التدفئة. تستفيد الشركة مـن الطبيعـة الجبليـة المناسـبة لتوليـد الطاقـة الكهربائية عن طريق السدود المائية المقامة علـى الـبحيرات المائيـة المنتشـرة بكثـرة في منطقة الهارتز. تقع منطقة الهارتز بين ثلاث مقاطعـات المانيـة جميعهـا مهتمـة بمصـادر الطاقة المتجددة وتتوفر بها أعداد كبيرة من مولدات الطاقة الكهربائية التوربينيـة الـتي تعمل بطاقة الرياح (Harzenergie, 2009). تقـوم هـذه الشـركة لـيس فقـط بتـوفير الطاقة الكهربائية لمواطنين المنطقة والمشاريع الإقتصادية فيهـا وانمـا أيضـاً تـوفر الغـاز الطبيعي المستورد والمياه الطبيعية العذبة للمستهلكين.

تمكنت المانيا خلال العقدين الأخيرين من التطور في أنتـاج الطاقـة عـن طريـق طاقة الرياح والطاقة الشمسية والكتلة الحيوية وبذلك تمكنت من رفع نسبة إسـتغلال الطاقة المتجددة بشكل كبير مما قلـل مـن الإنبعاثـات الغازيـة بشـكل كـبير وملحـوظ (جدول 16).

لعبت الحكومة الألمانية دوراً مؤثراً وهاماً في تحقيق نتائج مباشرة وسريعة تهدف إلى إيقاف او تقليل التدهور البيئي الحاصل عالمياً مـن خـلال القـرارات الـتي إتخـذها البرلمان الألماني في تبني سياسة بيئية مبرمجة تحقق الأهداف التي وضعتها الدولة تطبيقـاً لقرارات المنظمات الدولية والأتحاد الأوربي. كان لـوزارة البيئـة الألمانيـة دوراً مهمـاً ومساعداً في تحقيق هذه الأهداف. من جانـب أخـر لعبـت منظمـات المجتمـع المـدني ومنظمات حماية البيئة والمواطنين وشركات القطاع الخاص والعام دوراً مهماً ومساعداً في تحقيق الأهداف التي رسمتها الدولـة الألمانيـة في التقليـل مـن الإنبعاثـات الغازيـة وبشكل خاص إنبعاثات الغازات المسببة لظاهرة لإحتباس الحراري.

جدول 16. إنتاج ألمانيا من الطاقة الكهربائية عن طريق مصادرألطاقة المتجددة للأعـوام 1990-2007. تقريـر وزارة البيئـة الألمانيـة في حزيـران 2008 (BMU, 2009).

السنة	الطاقة المائية Gwh	طاقة الرياح Gwh	الكتلة الحيوية Gwh	الطاقة الشمسية Gwh	الجيو-حرارية Gwh	المجموع Gwh	نسبتها إلى الطاقة الكهربائية المنتجة
1990	17,000	40	1,422	1	0	18,463	3.4
1991	15,900	140	1,450	2	0	17,492	3.2
1992	18,600	230	1,545	3	0	20,378	3.8
1993	19,000	670	1,570	6	0	21,246	4.0
1994	20,200	940	1,870	8	0	23,018	4.3
1995	21,600	1,800	2,020	11	0	25,431	4.7
1996	18,800	2,200	2,203	16	0	23,219	4.2
1997	19,000	3,000	2,479	26	0	24,505	4.5
1998	19,000	4,489	3,392	32	0	26,913	4.8
1999	21,300	5,528	3,641	42	0	30,511	5.5
2000	936،24	7,550	4,129	64	0	36,679	6.6
2001	23,383	10,509	5,065	116	0	39,037	6.7
2002	23,824	15,786	5,962	188	0	45,760	7.8
2003	20,350	18,859	9,132	313	0	48,654	8.1
2004	21,000	25,509	10,463	557	0.2	57,529	9.5
2005	21,524	27,229	13,534	1,282	0.2	63.569	10.4
2006	20,000	30,710	19,139	2,200	0.4	72,069	11.7
2007	20,700	39,500	23,750	3,500	0.4	87,450	14.2

نلاحظ من جدول 16 ان ألمانيا إستطاعت إعتباراً من عام 1990 من مضاعفة نسبة مصادر الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية حتى وصلت الى أكثر من اربعة أضعاف في عام 2007. من جانب أخر لم تتمكن ألمانيا من تطوير قدراتها في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق السدود المائية وذلك بسبب محدودية إمكانيات التطور في هذا المجال. يعتمد تطوير انتاج الكهرباء على الطاقة المائية على كميات مياه الأمطار المخزونة والطبيعة الجغرافية للمنطقة والتي لم تتغير كثيراً خلال السنوات القليلة الماضية.

إستطاعت ألمانيا من خلال زيادة نسبة مصادر الطاقة المتجددة في كمية الطاقة الكلية المنتجة في ألمانيا من تقليل كميات إنبعاثاتها الغازية وبشكل خاص غاز ثنائي أوكسيد الكربون. بلغت كمية غاز ثنائي أوكسيد الكربون التي خفضتها ألمانيا من خلال التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة عام 2007 حوالي 115 مليون طن (جدول 17).

جدول 17. كميات غاز ثنائي أوكسيد الكربون الموفرة عام 2007 في ألمانيا. (تقرير وزارة البيئة الألمانية في حزيران 2008، BMU, 2008).

مصدر الطاقة	التوفير في إنبعاث CO_2 (مليون طن)	النسبة المئوية
التيار الكهربائي		
الطاقة الكهرومائية	22,528	28.5
طاقة الرياح	34,046	43.1
الكتلة الحيوية	20,088	25.4
الطاقة الشمسية	2,392	3.0
الجيو-حرارية	0	0

المجموع	**79,053**	**100**
التدفئة		
الطاقة الحيوية	19,504	93.3
ألطاقة ألشمسية	0,857	4.1
الجيو حرارية	0,532	2.6
المجموع	**20,893**	**100**
الوقود الحيوي		
بيوديزل	12,117	80.7
الزيوت النباتية	2,389	15.9
بيو إيثانول	0,505	3.4
المجموع	**15,011**	**100**
المجموع الكلي	**114,953**	

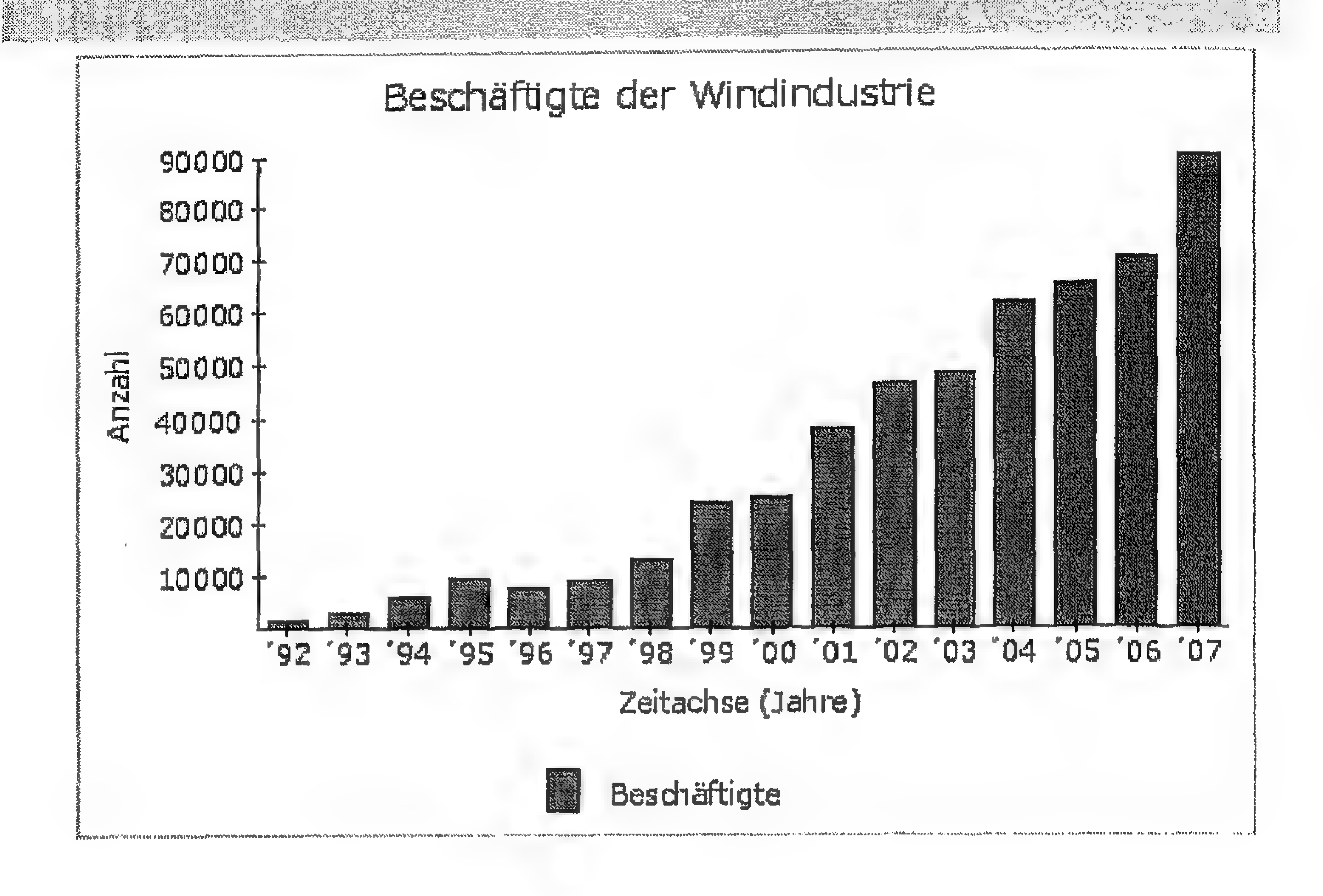
نلاحظ من جدول 17 إن ألمانيا إستطاعت ان تخفض كميات كبيرة من إنبعاثاتها الغازية بالإعتماد على إستخدام الطاقة المتجددة تمثل ذلك في مجال انتاج الطاقة الكهربائية والتدفئة واستخدام الوقود الحيوي كمصدر بديل للطاقة.

علاوة على كل ذلك تمكنت ألمانيا من تقليل إنبعاثاتها من غازات ألميثان CH_4 وثنائي أوكسيد ألنتروز N_2O وثاني أوكسيد ألكبريت SO_2 وثاني أوكسيد النتروجين $N0_2$ وأول أوكسيد الكربون بمعدلات كبيرة وملحوظة. حيث إنخفضت إنبعاثات غاز الميثان من 1.514 مليون طن عام 1990 إلى 0.615 مليون طن عام 2006. فيما إنخفضت إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد النتروز من 25 الف طن عام 1990 إلى 21 ألف طن عام 2006اما غاز ثنائي أوكسيد الكبريت فقد إنخفضت أنبعاثاته من 5.262 مليون طن إلى 0.443 مليون طن لنفس الفترة في حين انخفضت إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد ألنتروجين من 2.729 مليون طن إلى 1.215 مليون طن لنفس الفترة

المذكورة. في حين إنخفظت إنبعاثات غاز أول أوكسيد الكربون من 11.443 مليون طن إلى 3.431 مليون طن و ألغبار من 2.178 مليون طن إلى 0.077 مليون طن لنفس الفترة المذكورة (BMU, 2008).

تشير الأرقام المذكورة أعلاه ألى إن ألمانيا تمكنت خلال العقدين المنصرمين من تنفيذ إلتزاماتها وتعهداتها الدولية الخاصة بالتقليل من إنبعاثات الغازات المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري. علاوة على ذلك أقرت الحكومة الألمانية في السابع عشرمن شهر ديسمبر عام 2008 ستراتيجية التكيف مع التغير المناخي الحاصل تلك الستراتيجية التي تدعوا إلى تحفيز حكومات الأقاليم، منظمات حماية البيئة، المنظمات الأجتماعية على لعب دوراً تكميلياً في التقليل من تأثيرات التغير المناخي الحاصلة في ألمانيا (BMU, 2008).

تعول ألمانيا كثيراً على مصادر الطاقة المتجددة في توفير الطاقة النظيفة لمواطنيها وبأسعار مناسبة. كما وتعتبر تكنلوجيا الطاقة المتجددة من المشاريع الإقتصادية المهمة التي تعول عليها ألمانيا كثيراً في زيادة صادراتها السنوية. تعتبر ألمانيا حالياً من أكثر الدول الصناعية تصديراً وإهتماماً بالطاقة المتجددة وذلك لإمتلاكها التكنلوجيا وتفوقها في المهارات العلمية والتقنية في هذا المجال الإقتصادي الحيوي. شغلت مشاريع الطاقة المتجددة حوالي 278 ألفاً من الأيادي العاملة في هذا المجال الإقتصادي الحيوي وتتطلع إلى تقليل أعداد العاطلين عن العمل من خلال زيادة التشغيل والإستثمار في مجال الطاقة المتجددة (شكل 10) (Unendlich-viel-energie, 2009).



شكل 10. عدد العاملين الألمان في مشريع إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق طاقة الرياح (Bwe, 2009).

يبين شكل 10 حجم التطور في تشغيل الأيادي العاملة في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق طاقة الرياح. هذا التطور في تشغيل الايدي العاملة ينطبق أيضاً على مصادر الطاقة المتجددة الأخرى.

بلغت إستثمارات ألمانيا الداخلية في مجال مصادر الطاقة المتجددة للعام 2007 أكثر من 25 مليار اويرو وبزيادة كبيرة عن السنوات السابقة وهذا يعكس حجم الإهتمام الذي توليه الحكومة الإتحادية الألمانية والشركات الألمانية العاملة في مجال الطاقة وتوفيرها بهذا المصدر الإقتصادي الجديد. تسعى ألمانيا إلى زيادة صادراتها من هذه التكنلوجيا إلى الدول الأخرى وهي تعمل على إيجاد أسواق جديدة لتصدير هذا النوع من السلع وتتطلع إلى أسواق الكثير من الدول ومنها الدول العربية (BMU, 2008).

تدعم الحكومة الالمانية ممثلتاً بوزارة البيئة الألمانية مجموعة من مراكز الأبحاث العلمية التي تصدر الأبحاث والدراسات في مجال التوفير في إستهلاك الطاقة والتحول الى مصادر الطاقة المتجددة. ويعتبر المركز الألماني لابحاث الهواء والفضاء الخارجي (Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt) والمركز الدولي لأبحاث الطاقة المتجددة (IFEED) من أبرز المراكز البحثية في هذا المجال.

المركز الدولي لبحوث الطاقة المتجددة IFEED

يعد المركز الدولي لبحوث الطاقة المتجددة في المانيا IFEED من أبرز المراكز العلمية التي تهتم بموضوعة التقليل من إستهلاك الوقود الإحفوري والإنتقال التدريجي الى إستخدام الطاقة المتجددة عالمياً. تاسس المركز عام 1999 في مدينة زيفرزهاوزن Sieversshausen بالقرب من مدينة هانوفر الألمانية وهو يضم مجموعة من العلماء والمتخصصين بقضايا البيئة والطاقة. تتركز نشاطات المركز على اجراء البحوث والدراسات النظرية والميدانية في مجال الإستفادة من مصادر الطاقة المتجددة وتطبيقاتها باعتبارها بديل عملي ومضمون (طاقة أزلية، متوفرة بكثرة، غير ملوثة، رخيصة الثمن) للوقود الاحفوري. تتركز نشاطات المركز الأساسية في المجالات الآتية:

- إجراء البحوث والدراسات ألنظرية والميدانية في مجال إستغلال مصادر الطاقة المجددة والمتمثلة بطاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة المائية والطاقة الجيوحرارية والكتلة الحيوية.
- تنظيم المؤتمرات المحلية والدولية الهادفة لتاهيل الكوادر العلمية في مجال التخلي عن الوقود الإحفوري والإنتقال لمصادر الطاقة المتجددة.
- مساعدة سكان المناطق الريفية في البلدان النامية والفقيرة في مجال توفير الطاقة التي يحتاجونها بالإعتماد على مصادر الطاقة المتجددة وبشكل خاص الطاقة الشمسية والكتلة الحيوية وذلك من خلال تطبيق طرق جديدة تهدف الى التوفير في إستهلاك الطاقة ومصادرها.

- المساعدة في تحسين الأوضاع الإجتماعية والإقتصادية لسكان المناطق الريفية في البلدان النامية والفقيرة من خلال تطوير المعارف والقدرات في مجال إستغلال مصادر الطاقة المتجددة وعدم الإعتماد على الوقود الإحفوري كمصدر رئيسي للطاقة.
- إصدار ونشر وتعميم الكتب والبحوث والإصدارات التي تعني بالطاقة المتجددة وكيفية إستغلالها بالطريقة التي تؤدي الى توفير الطاقة وتقليل إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون عالمياً.
- المساهمة البحثية في إقامة المشاريع التنموية الهادفة الى توفير الطاقة وبكميات كبيرة تمكن الدول وبشكل خاص الدول النامية والفقيرة من الإعتماد وبشكل كامل على مصادر الطاقة المتجددة والتخلي عن مصادر الطاقة غير المتجددة مستقبلاً.
- إستضافة باحثين وعلماء من مختلف البلدان في المانيا لتقديم بحوث ودراسات عن البيئة وإستغلال الطاقة المتجددة في بلدانهم في. والإستفادة من تجاربهم وخبراتهم في مجال إنجاز البحوث والدراسات العلمية والميدانية في مجال إستغلال الطاقة المتجددة.
- إقامة الدورات والندوات العلمية ودعوة الباحثين والعلماء من ابناء الدول النامية والفقيرة للدراسة في المانيا من أجل الإطلاع على الخبرة والتكنلوجيا الالمانية في مجال إستغلال الطاقة المتجددة.
- ألمساهمة في تنظيم ورش العمل والندوات للاكاديمين من أبناء الدول النامية والفقيرة في مجال إستغلال الطاقة المتجددة ومساعدتهم في تطبيقها عند عودتهم الى بلدانهم بعد إتمام الدراسة في المانيا.
- التعاون مع المنظمات الدولية المهتمة والمتخصصة بقضايا حماية البيئة والسكان مثل منظمة الأمم المتحدة UN ومنظمة الأغذية والزراعة الدولية FAO ونادي روما.

- التعاون مع الوزارات والمراكز البحثية الألمانية في مجال إستغلال الطاقة المتجددة مثل وزارة البيئة الألمانية والمركز الألماني لبحوث الهواء والفضاء الخارجي DLR .

المشاريع التي شارك بها المركز

شارك المركز الدولي لبحوث الطاقة المتجددة في العديد من المشاريع المحلية والعالمية أهمها المشاريع التالية:

مشروع توفير الطاقة الكهربائية عن طريق بناء محطات توليد الطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال الطاقة الشمسية في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. يهدف هذا المشروع الذي ترعاه وزارة البيئة الألمانية ويقوم بتنفيذه المركز الألماني لبحوث الهواء والفضاء الخارجي DLR الى توفير الطاقة الكهربائية لدول شمال أفريقيا وبقية دول الشرق الأوسط واوربا من خلال إستغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح المتوفرة في صحاري وشواطيء منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. يركز المشروع EU-MENA على ربط شبكة خطوط الكهرباء الأوربية بمثيلتها في شمال أفريقيا ومنطقة الشرق الأوسط عن طريق كل من تركيا واسبانيا. يعتبر هذا المشروع من أهم المشاريع الإقتصادية – البيئية لمنطقة الشرق الأوسط والعالم والذي يهدف الى إستغلال الطاقة الشمسية الأزلية وغير القابلية للنفاذ كمصدر لإنتاج الطاقة الكهربائية. يوفر هذا المشروع عدد من المنافع الإقتصادية والبيئية لدول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تتمثل بالتالي :

1. توفير الكهرباء لدول المنطقة بأسعار مناسبة وتقليل الإعتماد على الوقود الإحفوري بإعتباره مصدر طاقة قابل للنفاذ.
2. توفير المياه العذبة وحل مشكلة نقص المياه التي تعاني منها دول المنطقة منذ عقود وإيقاف إستنزاف المياه الجوفية بأعتبارها مصادر مياه مهمة يجب الحفاظ عليها.
3. تطوير الزراعة من خلال توفير الطاقة الكهربائية ومصادر المياه العذبة الضرورية للانتاج الزراعي والحيواني.

4. تحويل أجزاء من الصحراء الى واحات خضراء قابلة للاستغلال في مشاريع زراعية وصناعية.

5. تقليل إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون والمساهمة في معالجة مشكلة الإحتباس الحراري وما تمخض عنها من تغير في مناخ الأرض.

6. تشغيل المزيد من الأيادي العاملة والمساهمة في أيجاد حلول لمشكلة البطالة في هذه البلدان.

7. دعم خطط التنمية الأجتماعية والإقتصادية في هذه البلدان ومعالجة مشكلة الفقر التي تعاني منها بعض بلدان المنطقة.

تؤكد هذه الدراسة على ان إستغلال حرارة الأشعة الشمسية الساقطة على مساحة قدرها حوالي 7000 كيلو متر مربع من المناطق الصحراوية تكفي لتوليد الطاقة الكهربائية لدول شمال أفريقيا والشرق الأوسط وتصدير الفائض من الطاقة الكهربائية الى الدول الاوربية. كما تؤكد هذه الدراسة على ان الإنسان رغم الزيادة المستمرة في عدد السكان والتطور الصناعي والزراعي المتواصل قادر على توفير احتياجاته من الطاقة وبسهولة تامة إذا إعتمد على الطاقة الشمسية فقط. إن النفط والغاز الطبيعي والفحم هي مصادر للطاقة غير متجددة قابلة للنفاذ إذا جرى أستنزافها بهذا الشكل المتزايد.

مشروع AQUA-CSP لتحلية المياه من خلال بناء محطات توليد للطاقة كهربائية تعمل بالطاقة الشمسية. تعاني غالبية بلدان شمال أفريقيا ومنطقة الشرق الأوسط من شحة كبيرة في المياه العذبة ناتجة عن موجة الجفاف الشديدة التي تمر بها المنطقة كنتيجة للتغير المناخي الذي يؤثر بشكل سلبي على هذه المنطقة من العالم. تعتمد بعض بعض بلدان المنطقة وبشكل خاص كل من السودان ومصر والعراق على مياه الأنهار التي تنبع من خارج هذه البلدان. من جانب أخر تعاني هذه البلدان من زيادة نسبة التلوث والملوحة في المياه السطحية مما يضعف إمكانية الإستفادة من المصادر المائية القليلة المتاحة. يهدف هذا المشروع الى تحقيق مجموعة من الأهداف أهمها :

1. توفير مياه الشرب العذبة للسكان في الكثير من الدول التي تعاني من نقص حاد في أحتياطياتها المائية ومنها منطقة شبه الجزيرة العربية.
2. توفير الطاقة الكهربائية اللازمة لتسير العجلة الإقتصادية في هذه البلدان من مصادر الطاقة المتجددة والمتمثلة بالطاقة الشمسية.
3. تقليل إنبعاثات غازات الدفيئة المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري وتقليل التلوث الهوائي الناتج عن عمليات حرق الوقود الإحفوري في هذه البلدان.
4. توفير فرص العمل المناسبة لسكان هذه المناطق والقضاء على البطالة.

ساهم في إعداد هذه الدراسة علماء واساتذة جامعات يمثلون مجموعة من مراكز البحوث المتخصصة في الطاقة المتجددة وعدد من الجامعات في مختلف دول العالم بما فيها جامعات ومراكز بحوث المانية.

نظم المركز الدولي لابحاث الطاقة المتجددة IFEED خلال العام 2009 مجموعة من المؤتمرات التخصصية في إستغلال الطاقة المتجددة في البلدان النامية والفقيرة كان أخرها المؤتمر العلمي الذي نظمه المركز في الثاني والعشرين من اب 2009 في مدينة زيفرزهاوزن والذي عقد تحت عنوان أخطار النزاعات بسبب شحة المياه. حيث قدم مجموعة من الباحثين من المانيا واليمن والعراق والاردن وافغانستان محاضرات قيمة عن الأخطار التي تسببها مشاكل المياه عالمياً.

المبحث الرابع

تأثيرات التغيرات المناخية في الدول النامية والفقيرة

باتت مشكلة التغير المناخي من أكثر المشاكل البيئية في العالم التي تلاقي إهتماماً متزايداً من قبل المنظمات الدولية والحكومات والمنظمات البيئية ووسائل الإعلام ومراكز الأبحاث والمواطنين لما لهذه المشكلة من تاثيرات خطيرة ومدمرة للكثير من المجتمعات. تعتبر الدول النامية والفقيرة من أكثر الدول تاثراً بهذه الظاهرة ويعود السبب في ذلك كون حكومات هذه الدول لا تمتلك الأمكانيات الإقتصادية الكافية التي تحمي مواطنيها من تاثيرات هذه المشكلة المتنامية الخطورة عالمياً. أكد الأمين العام للأمم المتحدة السيد بان كي مون على [وجود تباين في تأثيرات التغير المناخي على كل من الدول الغنية (دول الشمال) والدول النامية(دول الجنوب) [الدول الغنية تمتلك الموارد والدراية الفنية للتكيف مع آثار التغير المناخي] (بان كي مون، 2008).

حذر السيد جون هولمز وكيل الأمين العام للأمم المتحدة للشؤون الإنسانية في خطابه خلال الدورة الخامسة من مؤتمر معرض دبي الدولي للإغاثة والتطوير Medad من إحتمال تزايد الطلب على المساعدات الإنسانية خلال العقد القادم بسبب التحديات الناجمة عن التغيرات المناخية. وأشار إلى إن عدد الكوارث التي شهدها العالم قد تضاعف من 200 حادثة إلى 400 حادثة سنوياً خلال العقدين الماضيين، وان تسعة من كل عشرة منها مرتبطة بالمناخ.

تمتلك الدول الغنية إمكانيات إقتصادية، بنية تحتية، مراكز ووكالات للإغاثة، أنظمة للرعاية الأجتماعية والصحية، شركات تامين متطورة تجعلها قادرة على التصدي للكوارث البيئية حين وقوعها في حين تفتقد الدول النامية والفقيرة لهذه الإمكانيات مما يجعلها عرضة لخسائر بشرية ومادية كبيرة أثناء وقوع الكوارث البيئية عليها. تواجه الدول النامية والفقيرة صعوبات كبيرة للوفاء بالتزاماتها للتخفيف من مخاطر التغيرات المناخية التي تواجهها كما وان امكانياتها الأقتصادية والتكنولوجية لا تساعدها على توسيع قدراتها للتعامل مع التغيرات المناخية المفاجئة التي تواجهها

(Eriksen, 2007). تصنف البلدان الأفريقية والكثير من بلدان أسيا وأميركا اللاتينية من ضمن البلدان النامية والفقيرة، على الرغم محدودية إسهاماتها في ظاهرة الإحتباس الحراري إلا إنها من أكثر الدول التي تعاني من النتائج الكارثية للتغير المناخي (Stern, 2006). تعتبر منطقة القرن الأفريقي والسودان في أفريقيا وبنغلاديش في أسيا من أكثر المناطق المعرضة لأخطار الجفاف والفيضانات المدمرة وتعاني شعوب هذه البلدان من تزايد نسبة الفقر بين سكانها ومن تزايد أخطار الكوارث البيئية التي تزيد من تفشي ظاهرة الفقر وتعيق خطط التنمية فيها.

تعاني الدول النامية والفقيرة من مشاكل بيئية معقدة ناتجة عن التغير الكبير الحاصل في المناخ العالمي تتمثل هذه المشاكل البيئية في توالي مواسم الجفاف والتصحر وتزايد عدد الأعاصير والفيضانات في الكثير من هذه الدول. عانت الغابات الإستوائية في أميركا الجنوبية خلال السنوات القليلة الماضية من تكرر مواسم الجفاف والذي أدى إلى موت الألاف من الأشجار المعمرة. أكد أوليفر فيليبس Oliver Philips من جامعة ويلز إن الجفاف الذي أصاب غابات الأمزون في عام 2005 قلل كفاءة النباتات على إمتصاص غاز ثنائي أوكسيد الكربون من الغلاف الجوي مما تسبب في تقليل كميات الغاز الممتصة بحوالي خمسة مليارات طن (Salzburgernachrichten, 2009).

خلال الفترة مابين 2000–2005 توسعت الغابات في شرق اسيا بمعدل 3.84 مليون هكتار سنوياً وفي أوربا بمعدل 0.66 مليون هكتار سنوياً. بينما عانت أميركا الجنوبية من تناقص في مساحة غاباتها بمعدل 4.25 مليون هكتار سنوياً، أفريقيا بمعدل 4.04 مليون هكتلر سنوياً، جنوب شرق أسيا بمعدل 2.85 مليون هكتار سنوياً. وكانت البرازيل وأندونيسيا والسودان وهي من الدول النامية والفقيرة أكبر المتضررين عالمياً من فقدان مساحات شاسعة من الغابات الإستوائية. بلغت مساحة الغابات المفقودة في تسعينيات القرن الماضي عالمياً 8.87 مليون هكتار سنوياً وبمعدل 0.22 ٪ أما في الأعوام مابين 2000–2005 م فقد بلغت 7.23 مليون هكتار سنوياً وبمعدل 0.18 ٪ (جدول 18) (Bpb, 2009).

جدول 18. معدلات التغير في الغابات العالمية للسنوات من 1990–2005 (Bpb, 2006).

المناطق	2000-1990 (ألف هكتار)	النسبة المؤية	2005-2000 (ألف هكتار)	النسبة المؤية
شرق أسيا	1,751	0.81	4,840	1.65
أسيا كاملتاً	-792	-0.14	1,003	0.18
أوربا	877	0.09	661	0.07
الكاريبي	46	0.65	54	0.92
جنوب و وسط أسيا	34	0.08	14	0.03
أميركا ألشمالية	-17		-101	-0.01
وسط أميركا	-380	-1,47	-285	-1.23
الأوقيانوس	-448	-0.21	-356	-0.17
جنوب و جنوب شرق أسيا	-2,578	-0.83	-2,851	-0.98
أفريقيا كاملتاً	-4,375	-0.64	-4,040	-0.62
شمال أفريقيا	-1,013	-0.72	-982	-0.73
غرب ووسط أفريقيا	-1,631	-0.56	-1,356	-0.48
شرق وجنوب أفريقيا	-1,731	-0.71	-1,702	-0.74
أميركا الجنوبية	-3,802	-0.44	-4,251	-0.5
عالمياً	**-8,868**	**-0.22**	**-7,317**	**-0.18**

يتضح من جدول 18 إن البلدان النامية والفقيرة فقدت أجزاء كبيرة من حجم غاباتها او غطائها النباتي وهي ثروات قومية وبيئية لا يمكن تعويضها بسهولة وخصوصاً على المستوى القريب. إن القطع المتزايد للأشجار للأغراض الصناعية وتحويل الغابات إلى مزارع لإنتاج المحاصيل مثل الذرة وفول الصويا أو مزارع لانتاج الكتلة الحيوية أومراعي للأبقارإضافةً إلى فترات الجفاف الطويلة التي أصابت هذه المناطق بفعل تثيرات ظاهرة الإحتباس الحراري هي من أهم الأسباب التي أدت إلى نقصان مساحات الغابات في الدول النامية والفقيرة. أدت موجات الجفاف المتتالية التي اصابت أفريقيا وأميركا الجنوبية وجنوب شرق أسيا إلى موت الأحراش والأشجار المعمرة كما وأدى إلى إنحسار المياه في الأنهار والمسطحات المائية. أن موجة الجفاف التي إجتاحت غابات الأمازون في عام 2005 ميلادية تسببت في موت الأشجار والأحراش وموت الأحياء المائية من أسماك وبرمائيات نتيجة إنخفاض مستويات المياه في الأنهار. تأثر سكان منطقة الأمازون من موجة الجفاف الشديدة التي إجتاحت مناطقهم مما أدى إلى رحيلهم عن مناطق سكناهم (Bund Klimaschutz, 2007).

تعد دول الكاريبي من أكثر الدول التي تعاني من مشكلة التغير المناخي لوقوعها في طريق مرور العواصف الإستوائية التي تتجه نحو دول أميركا الشمالية. كثيراً ما أصابت هذه الدول كوارث بيئية أدت إلى تدمير البنية التحتية لهذه البلدان. تعتبر دول الكاريبي من الدول الفقيرة والتي تمتاز بضعف الدخل القومي وتدني الدخل السنوي للمواطنين.

يعيش حوالي 44 ٪ من سكان أميركا اللاتينية والكاريبي تحت خط الفقر وهناك تمايز طبقي كبير بين سكان هذه البلدان. يؤدي عدم إنتظام سقوط الأمطار والمتمثلة في زيادة شدة الأمطار او ندرتها إلى حدوث فيضانات، حالات من الجفاف المتلاحقة تؤثر سلباً على المستوى المعاشي للمواطنين وتزيد من التمايز الطبقي بين السكان (Germanwatch, 2009).

تعد قارة أفريقيا من أفقر قارات العالم حيث يعيش أكثر من 60 ٪ من سكان الموزمبيق، 70 ٪ من سكان جمهورية بنين تحت مستوى الفقر. يعيش معظم سكان القارة السوداء على الزراعة والتي تعتمد بشكل أساسي على مياه الأمطار. ليس لسكان هذه المناطق الفقيرة القدرة على حماية أنفسهم من أخطار الكوارث التي يسببها التغير المناخي مثل الجفاف والفيضانات. تراجعت زراعة محصول القطن والتي تمثل أهم صادرات جمهورية بنين نتيجة ندرة الأمطار أو عدم إنتظام نزولها الأمر الذي أدى إلى خسائر في المواسم الزراعية وإلى زيادة نسبة الفقر بين السكان، توفيرالغذاء والمياه العذبة، توفير التعليم والعناية الطبية للسكان. أدت هذه الأسباب إلى زيادة الصراعات بين السكان على مصادر المياه والأراضي الزراعية وتسببت في هجرة الكثير منهم من الريف إلى المدن. أدى النقص الكبير في مصادر المياه خلال العقود الثلاثة الماضية في جمهورية النيجر والتي تعتبر أفقر دولة عالمياً إلى تهديد حياة ومستقبل أربعة ملايين مواطن. أما في بوركينا فاسو فقد كان الأمر مختلفاً جداً حيث أدى نزول الأمطار الشديدة إلى فيضانات أدت إلى موت المزروعات ونفوق المواشي، تفشي الأمراض الوبائية مثل الإسهال والملاريا بين السكان (klima und gerichtigkeit, 2008).

أدت الأمطار الغزيرة التي ضربت موزمبيق مع بداية عام 2007 إلى وقوع فيضانات كبيرة تضرر منها حوالي 285 ألف شخص من جراء الدمار الذي أصاب البنية التحتية، إتلاف آلاف من الهكتارات من المحاصل الزراعية. دمرت الأعاصير الشديدة والعواصف الإستوائية التي ضربت جزيرة مدغشقر المحاصيل الزراعية لأكثر من 200 ألف مزارع وكانت نسبة تلف المحاصيل الزراعية في بعض المناطق 80 ٪ (FAO, 2008).

تعد دول منطقة القرن الأفريقي من أكثر المناطق تاثراً بالتغير المناخي حيث تعاني شعوب هذه الدول من الجفاف والمجاعة منذ أكثر من عشرة أعوام. يعاني أكثر من نصف مليون شخص من المجاعة التامة ويعتمدون بشكل كلي على المساعدات الإنسانية في سد جوعهم. يعاني حوالي 11 مليون شخص في هذه المنطقة من نقص

في أحتياجاتهم الأساسيه من الغذاء والماء بنسبة 60 ٪. حذرت منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة في يناير 2006 من سقوط أعداد كبيرة من الضحايا في كينيا بسبب المجاعة ونقص الغذاء (Mansour, 2006).

هناك مناطق في الصومال وثيوبيا وكينيا في منطقة القرن الأفريقي لم تسقط بها الأمطار منذ سنتين الأمر الذي أدى إلى موت قطعان المواشي بسبب عدم توفر الغذاء والمياه وقد أدى الجفاف إلى فقدان ملايين من السكان لمصادر عيشهم الأمر الذي أدى إلى نزوحهم إلى مناطق ودول أخرى تاركين مواطن عيشهم الأصلية (Totz, 2006).

بعد مواسم من الجفاف والقحط إجتاحت المنطقة الحدودية الواقعة بين الصومال وكينيا، مناطق في أثيوبيا موجة من الأمطار والأعاصير الشديدة أدت إلى وفاة أكثر من ألف شخص وتسببت في هجرة ورحيل مئات الالاف من مناطق سكناهم وعيشهم، هددت هذه الفيضانات حياة ومستقبل أكثر من 1.8 مليون مواطن في هذه المنطقة.

يبلغ عدد سكان الهند أكثرمن مليون نسمة يعيش اكثر من نصفهم تحت خط الفقر. يواجه سكان شبه القارة الهندية مشاكل جمة جراء تعرضهم للمشاكل البيئية وبشكل خاص إستفحال مشكلة التغير المناخي. ان تعرض هذه المنطقة من العالم لموجات من العواصف الإستوائية والفيضانات يهدد حياة ومستقبل الملايين من السكان ويزيد من فقرهم. تعرضت الهند إلى مجموعة من الفيضانات كان اخرها الإعصار اوريسا والفيضات التي رافقته والتي ادت إلى وفات أكثر من 2300 شخص غالبيتهم من الفقراء، تسبب الإعصار أيضاً في دمار كبير بالبنية التحتية في 16 ولاية من مجموع 29 ولاية هندية. ادى الإعصار إلى تضرر أكثر من 21 مليون مواطن (Spiegel, 2008).

رغم تجاوز عدد سكان الهند المليار نسمة إلا ان إطلاقها أو إنتاجها لغاز ثنائي أوكسيد الكربون وإسهاماتها في تفشي ظاهرة الإحتباس الحراري اقل بكثير من المانيا والتي يبلغ عدد سكانها 82 مليون شخص. تعتبر شبه القارة الهندية والمناطق المجاورة لها من أكثر المناطق تعرضاً للكوارث البيئية والمتمثلة بالأعاصير والفيضانات

والجفاف. أدى الإعصار نرجس Nargis الذي ضرب كل من الهند وسريلانكا وبنغلاديش وميانمار في 27 ابريل 2008 واستمر لمدة إسبوع إلى موت أكثر من 100 الف مواطن، حطمت الرياح التي بلغت سرعتها 215 كم/ ساعة الاف المنازل وخلفت دماراً كبيراً في البنية التحتية لهذه البلدان (Wikipedia, 2008). يؤدي تعرض الكثير من المناطق في أسيا إلى الكوارث البيئية مثل الفيضانات والجفاف إلى خسائر إقتصادية كبيرة تتمثل في إنخفاض الإنتاج الزراعي والغذائي في هذه المناطق مما يؤثر بشكل كبير على حياة ومعيشة المواطنين وبشكل خاص صغار المزارعين والذين تتاثر مزروعاتهم بسبب الجفاف والفيضانات المدمرة.

تعرضت بنغلاديش خلال القرون الأربعة الماضية لحالات متكررة من الكوارث البيئية والمتمثلة بالأعاصير والفيضانات، كان أشدها الفيضانات التي تعرضت لها عامي 1970 و2007 . تسبب الإعصار الأخير والفيضانات التي رافقته إلى تضرر حوالي 6.7 مليون شخص وموت 3 الاف مواطن. أدت الفيضانات في نفوق أكثر من 350 الف رأس من الماشية، تضرر حوالي 551 ألف هكتار من الأراضي المزروعة وموت حوالي 92 ألف هكتار من المزارع. تتعرض بنغلاديش بشكل مستمر إلى الكوارث الطبيعية والتي يكون تاثيرها عادةً مدمراً بسبب إنخفاض أراضيها ووقوعها في خليج البنغال الذي كثيراً ما تمر به العواصف الإستوائية. وبسبب الفقر الشديد الذي تعاني منه السكان فان وقع هذه الكوارث عليهم يكون أشد (FAO, 2007).

يعيش أكثر من عشرة ملايين شخص في بنغلاديش في مناطق لاترتفع أكثر من متر عن مستوى سطح البحر، لذلك تتاثر هذه المناطق كثيراً بالعواصف والفيضانات كما وان إرتفاع مستوى سطح مياه المحيطات بفعل التغير المناخي يشكل خطراً كبيراً على سكان هذه المناطق وبشكل خاص سكان المناطق الساحلية (Omphalius, 2008). تعتبر بنغلاديش والباكستان من المناطق المكتظة بالسكان، تسبب الكوارث البيئية مثل الأعاصير والفيضانات مشاكل كبيرة للطبقة الفقيرة من السكان مما يدفعهم

للهجرة الى مناطق ودول أخرى الأمر الذي يؤثر سلباً على السلم الإجتماعي في هذه المناطق (Bauer, 2007).

تأثيرات التغير المناخي في المنطقة العربية

تصنف الدول العربية على إنها دول نامية وبعضها تصنف ضمن دول العالم الفقيرة. تقع هذه الدول في مناطق جغرافية يسودها مناخ المناطق الجافة وشبه الجافة. تساهم الدول العربية بنسبة 4.2 ٪ من مجموع إنبعاثات غازات الدفيئة عالمياً، تساهم المملكة العربية السعودية بأعلى نسبة بين الدول العربية تليها كلاً من مصر والجزائر. رغم المساهمة القليلة للدول العربية في الأنبعاثات الغازية العالمية إلا ان المنطقة العربية هي من أكثر المناطق تأثراً بالتغير المناخي الذي يسود العالم. إرتفعت درجة حرارة الهواء في هذه المنطقة من 0.2-2 درجة مئوية خلال الفترة مابين 1970-2004 م (المدني،).

يؤدي التغير المناخي إلى إرتفاع في درجة الحرارة مما يجعل فصول الشتاء أقصر وفصول الصيف أسخن وأجف وأطول، زيادة ملحوظة في نسب التبخر والنتح النباتي. تمر المنطقة العربية حالياً بموجات من الكوارث الطبيعية أهمها الجفاف، التصحر، الأعاصير، الفيضانات المفاجئة. تتوفر في المنطقة العربية مصادر مياه محدودة غالبيتها مياه سطحية تنبع من خارج هذه الدول (النيل، دجلة، الفرات). تمتلك كلاً من العراق والسودان ومصر أكبر موارد مائية عربياً مقدارها على التوالي 58.65.75 بليون متر مكعب سنويا"(جدول 19). بينما تعتبر الكويت من أفقر دول العالم مائياً حيث تبلغ مجموع مواردها المائية 0.02 بليون متر مكعب سنوياً. تتفاوت المعدلات السنوية للتساقطات بين بلدان المنطقة حيث تكون أعلاها في لبنان 600 مليمتراً سنوياً وأقلها في الكويت 121 مليمتراً سنويا (المدني،).

تقدر المساحة الإجمالية للوطن العربي بحوالي 1402 مليون هكتار (أي ما يعادل حوالي 14 مليون كيلومتر مربع)، وهي تمثل حوالي 10.2٪ من مساحة العالم. كما لا تتجاوز مساحة الأراضي القابلة للزراعة منها سوى 197 مليون هكتار وهو ما يعادل نسبة 14.1٪ من المساحة الكلية للوطن العربي. وتشير الإحصائيات إلى أن

المساحة الزراعية الكلية في المنطقة العربية وصلت عام 2000 حوالي 70 مليون هكتار فقط، ويعني ذلك أن حوالي ثلثي الرقعة الأرضية القابلة للزراعة في الوطن العربي لا يزالان غير مستغلين، كما يعكس ذلك الطاقات الكامنة العربية للتوسع الأفقي في الأراضي المزروعة عندما تتوافر شروط ومقومات يفتقر إليها حالياً الواقع الزراعي العربي] (الكحل، 2004). رغم إرتفاع نسبة مساحة الوطن العربي ضمن المساحة الكلية للعالم الا ان موارده المائية لا تمثل سوى 0.5٪ من الموارد المائية العذبة المتجددة عالمياً. إن حصة الفرد من المياه العذبة في المنطقة العربية سنوياً تعادل حوالي 1000 مترمكعب مقابل حوالي 7000 متر مكعب للفرد كمتوسط عالمي (الكحل، 2004).

جدول 19. توزيع مصادر المياه السطحية في الوطن العربي (التقرير الإقتصادي العربي الموحد، 2001).

المنطقة	النسبة المئوية للمياه السطحية
مصر والسودان و الصومال و جيبوتي	38.5
العراق وسوريا و الاردن و لبنان وفلسطين	37.0
دول المغرب العربي	19.7
اليمن ودول الخليج العربي	4.8

تعتبر شبه الجزيرة العربية من أفقر المناطق عالمياً بالمياه وهي تعتمد حالياً بشكل كبير على إستهلاك المياه الجوفية وعلى تحلية مياه البحر في الحصول على إحتياجاتها من المياه لمختلف الأغراض. تستنزف الكثير من دول منطقة الخليج العربي وبشكل خاص كل من المملكة العربية السعودية والكويت إحتياطياتها من المياه الجوفية مما يؤدي بالمستقبل القريب إلى حصول ازمة شديدة في المياه العذبة في هذه المنطقة. في ظل الأوضاع المائية الصعبة التي تعيشها المنطقة العربية بسبب زيادة كميات إستهلاك المياه نتيجة لتزايد عدد السكان، عدم الترشيد في الإستهلاك منزلياً وزراعياً، وورود نسبة

كبيرة من المياه العذبة للدول العربية من خارج أراضيها، زيادة نسبة التبخر في المياه السطحية بسبب إرتفاع درجات الحرارة يتوقع أن تصل حصة الفرد العربي من المياه العذبة في حدود عام 2025م حوالي 460 متر مكعب من المياه سنوياً (الكحل، 2004).

إن التغير المناخي و الإحترار العالمي والنمو السكاني والحضري وشحة المياه وتدهور الأراضي الزراعية والتصحر والقدرات غير الوافية في إدارة النفايات وتدهور البيئة الساحلية والبحرية وتلوث الهواء هي من أهم التحديات البيئية ألتي تواجه البلدان العربية (طلبة، 2008).

تواجه الكثير من بلدان المنطقة شحة واضحة في الموارد المائية بسبب محدودية مواردها المائية المتجددة والتوسع السكاني وإنعدام التخطيط السكاني المبرمج. يلعب التغير المناخي وأرتفاع درجة الحرارة في المنطقة دوراً اساسياً في إنخفاض إحتياطيات هذه الدول من المياه وزيادة ملوحتها. تتاثر نوعية المياه في المنطقة العربية بالتلوث البيئي والإستخدام المفرط للمياه العذبة في الزراعة وتردي نوعية المياه وزيادة نسبة الملوحة فيها. مرت الكثير من الدول العربية في العقود الأخيرة بموجات من الجفاف كانت نتيجتها زيادة التصحر وزحف الرمال إلى المناطق الزراعية والمدن. يرافق الجفاف والتصحر في بعض المناطق تزايد حالات التساقط المتطرف للأمطار في مناطق أخرى مما يؤدي إلى حدوث فيضانات شديدة كما حصل في سلطنة عمان أثناء إجتياح إعصار غونو لأراضيها في حزيران 2007. تعتمد شدة موجات الجفاف على طول فترة إنعدام تساقط الأمطار وإخفاظ معدلات تساقط الامطار في المواسم التي يفترض ان ينزل المطر فيها وتؤدي إلى خسائر إقتصادية كبيرة في المناطق الزراعية التي تروى بواسطة مياه الأمطار. تضررت الأراضي الزراعية في المنطقة العربية نتيجة إنخفاظ كمية الأمطار الناتج عن التغيرات المناخية التي تمر بها المنطقة (جدول 20).

جدول 20. الأراضي الزراعية في الوطن العربي بالألف هكتار (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2000)

المعطيات	1991	1995	1998	1999	2000
أولا-المساحة الزراعية الكلية	58942	67301	66882	67131	70023
الاراضي المستديمة	5632	6492	6737	6961	7082
الأراضي الموسمية	53310	60809	60145	60170	62941
الزراعة المطرية	35037	35265	33009	10330	11063
الزراعة المروية	8998	10280	10663	10330	10063
الأراضي البور	9275	15264	15082	16831	18623
ثانياً -الغابات	64960	90013	93256	92127	100499
ثالثاً--المراعي	32413	35853	33753	34611	35039

يلاحظ من خلال الجدول أعلاه ان مساحة الأراضي المروية بمياه الأمطار قد تناقصت من 35.037 مليون هكتار عام 1991 إلى 10.036 مليون هكتار عام 2000 وهذا يعود بالتاكيد لتناقص معدلات الأمطار في المنطقة العربية الأمر الذي يعكس وبوضوح التاثيرات السلبية لظاهرة التغير المناخي على المنطقة العربية.

يمكن تلخيص أهم أسباب أزمة المياه في المنطقة العربية بالتالي:

1. زيادة النمو السكاني في المنطقة وما يصاحبه من زيادة في إستهلاك السكان للمياه وبشكل خاص في مجال الأنتاج الزراعي والحيواني.

2. زيادة نسب التلوث المائي والملوحة في المياه العذبة يجعلها غير صالحة للاستخدام البشري والزراعي مما يقلل من كمية المياه العذبة المتاحة للسكان.

3. تخلف وقدم نظم الري يجعلها تستهلك كميات كبيرة من المياه العذبة مما يقلل إحتياطيات المنطقة برمتها من المياه العذبة (Bauer, 2005).

مرت المغرب خلال ألعقدين الأخيرين بعشر سنوات من الجفاف شملت ثلاث سنوات جفاف متتالية هي 1999- 2001 (المدني،).

تعد جميع الدول العربية مهددة بيئياً نتيجة التغير المناخي وأرتفاع معدلات درجات الحرارة فيها. تعاني دول الخليج العربي ودول شمال أفريقيا بشكل خاص من تفشي هذه الظاهرة ومن أخطارها على خطط التنمية المستدامة في هذه البلدان. سجلت درجات الحرارة إرتفاعاً ملحوظاً في الكويت في نهايات القرن الماضي بلغت أعلى درجة حرارة سجلتها دائرة الأرصاد الكويتية عام 1998 في الكويت 51.3 درجة مئوية. بينما بلغت أعلى درجة حرارة مسجلة بالكويت في القرن الحالي 53 درجة مئوية سجلت في منطقة مطربة شمال غرب مدينة الكويت عام 2008. أثرت قلة كميات الأمطار في المنطقة الرعوية في الصحراء الغربية العراقية وشمال شرق سوريا والأردن على دولة الكويت وتسببت في زيادة شدة العواصف الرملية التي تعاني منها الكويت والمناطق المحيطة بها (رمضان، 2009).

تعتمد سوريا بشكل كبير على زراعة الحبوب في منطقة الجزيرة شمال شرق وكانت سوريا تعتبر من الدول المصدرة للحبوب عالمياً. مرت سوريا خلال السنوات الأخيرة بموجات جفاف إظطرتها لأستيراد القمح لاول مرة عام 2008 بسبب مرورها بعامين متتاليين من الجفاف (موازيني، 2009).

تاتي السودان بالمرتبة الثانية عربياً بتوفر الموارد المائية لكنها تواجه نقصاً حاداً في كميات المياه العذبة في بعض المناطق الأمر الذي إنعكس سلباً على التنمية الإقتصادية والتعايش السلمي بين الأقوام والأثنيات التي تستوطن تلك المناطق. أدى تناقص معدلات تساقط الأمطار إلى إنتقال الحدود بين المنطقة شبه الصحراوية والصحراوية بحوالي 50-200 كيلو متر جنوباً مما يهدد هذه المناطق بزيادة معدلات التصحر. مر

السودان بعدة موجات من الجفاف في العقود الأخيرة أضرت بالأمن الغذائي وادت إلى نزوحات بشرية وكانت سبباً في نشوب نزاعات داخلية أهمها النزاع الدائر في منطقة دارفور في جنوب السودان.

هناك إرتباط وثيق بين تدهور الأراضي والتصحر والنزاع القائم في إقليم دارفور. أدى التدهور البيئي والنمو السكاني المتضاعف والتنافس على الأراضي الصالحة للزراعة والرعي الذي يمر به إقليم دارفور إلى إنهياراً إجتماعياً ساعد على نشوب حروب أهلية وحروب تطهير عرقي في إقليم دارفور كانت نتيجتها موت الآلاف من المواطنين الأبرياء ورحيل وهجرة الملايين من السكان من دارفور إلى مناطق أخرى. ليس من المصادفة أن يتزامن الصراع الدائر في دارفور حالياً مع الفترة التي ساد بها الجفاف وقلة الأمطار والتصحر في دارفور (تقويم يونيب، 2007).

منذ ثمانينات القرن الماضي تناقصت كميات الأمطار في جنوب السودان الأمر الذي قاد إلى نزاعات بين المجاميع السكانية على الأراضي الصالحة للزراعة والرعي. أدت هذه الصراعات والحروب الأهلية في جنوب السودان إلى مقتل 200 ألف مواطن سوداني وهجرة مليونين مواطن عن مناطقهم (Spiegel, 2007).

الأخطار التي تواجه البلدان النامية والفقيرة بسبب التغير المناخي

تواجه البلدان النامية والفقيرة مجموعة من الأخطار والتحديات يقف على راسها مشكلة التغير المناخي التي تواجه العالم. حذر المنتدى العالمي للمياه والذي إنعقد في يونيو 2006 في المكسيك من تزايد معدلات الكوارث الطبيعية في مختلف أنحاء الكرة الأرضية وإعتبرها من أهم التهديدات التي تواجه إستمرار عمليات التنمية في العالم وخاصةً في الدول الأكثر فقراً. أكد المؤتمر على إن المناطق الواقعة في الحزام الذي يربط قارة أفريقيا وجنوب أسيا والتي تضم أكثر من مليار شخص يعيشون بدون مياه نظيفة ستكون من أكثر المناطق تضرراً من الكوارث الناتجة عن التغيرات المناخية والمتمثلة بالجفاف وحرائق الغابات والفيضانات والتصحر والمجاعات وتفشي الفقر وتدهور التنوع البيولوجي (CNN-علوم وتكنولوجيا، 2006).

وتتمثل أهم الأخطار التي تواجه البلدان النامية والفقيرة بسبب التغير المناخي الآتي:

- زيادة الصعوبات ألإقتصادية والسياسية والإجتماعية التي تواجه هذه البلدان التي تسعى إلى تطوير خطط للتنمية المستدامة فيها.
- تؤدي ألكوارث البيئية مثل الجفاف وحرائق الغابات والفيضانات والأعاصير إلى هجرة المواطنين والسكان من مناطقهم إلى مناطق ودول أخرى في ظاهرة جديدة تدعى اللاجئين البيئيين مما يضيف أعباء إضافية على المهاجرين والدول المستقبلة لهم. يتجلى ذلك بشكل كبير في مناطق شرق أفريقيا مثل السودان وأثيوبيا التي تتاثر بشكل واسع بالتغيرات المناخية التي تسود هذه المناطق. كما وتعاني كل من الصين والهند وبنغلاديش من الهجرة الداخلية والخارجية بسبب التغيرات المناخية الناتجة عن ظاهرة الإحتباس الحراري (Bauer, 2007).
- تزيد الكوارث البيئية وبشكل خاص ظاهرتي الجفاف والتصحر من إحتمالات نشوب نزاعات وحروب مناطقية او دولية على مصادر المياه والأراضي الزراعية والرعوية.
- تواجه الكثير من البلدان الأفريقية والاسيوية ومنها الدول العربية ومنطقة القرن الأفريقي والهند وبنغلاديش نقصاً حاداً في المياه العذبة السطحية والجوفية بسبب تزايد حالات الجفاف الناتجة عن تناقص وعدم إنتظام سقوط الأمطار. يؤثر تناقص كميات المياه على النشاط الإقتصادي لهذه البلدان مما يعيق نمو خطط التنمية المستدامة والتي تحتاجها هذه الدول ومجتمعاتها. يؤدي نقص المياه وإنعدام تساقط الأمطار الى حدوث كوارث بيئية وإجتماعية تتمثل بالمجاعات مما يزيد نسب الفقر في الكثير من البلدان النامية والفقيرة (Bauer, 2007).
- تؤدي الكوارث البيئية وبشكل خاص الفيضانات والأعاصير إلى إنتشار الأمراض الوبائية مثل الكوليرا والملاريا والإسهال بين السكان وبشكل خاص الشيوخ والأطفال. تؤدي هذه الأمراض إلى حصد أرواح الملايين من الأشخاص بسبب تدني مستوى الرعاية الصحية في البلدان الفقيرة. تؤكد

منظمة الصحة العالمية في تقريرها الصادر عام 2002 إلى موت حوالي 150 ألف شخص سنوياً نتيجة تزايد تاثيرات التغيرات المناخية معضمهم من سكان الدول النامية والفقيرة نتيجة أمراض الملاريا والإسهال المعوي وأمراض الدورة الدموية أو بسبب فقر الدم الناتج عن قلة الغذاء (WHO, 2002).

- تسبب الكوارث البيئية وبشكل خاص الجفاف والتصحر والفيضانات في بعض الأقاليم في نفوق مئات الألاف من الماشية وإلى موت المحاصيل الزراعية مما يفاقم من إشتداد مشكلة الفقر التي تعاني منها الكثير من الدول الأفريقية والاسيوية. إرتفع عدد السكان الذين يعيشون تحت خط الفقر عالميا إعتباراً من العام 1996 من 840 مليون نسمة إلى 854 مليون نسمة. يعيش حوالي 820 مليون نسمة تحت خط الفقر في البلدان النامية والفقيرة وحدها (Bals, 2007).
- يهدد إرتفاع سطح مياه المحيطات والبحار نتيجة ذوبان الثلوج في القطبين الشمالي والجنوبي وفي جزيرة ايسلاند وفي المناطق الجبلية في أوربا واسيا سكان المناطق المنخفظة مثل دلتا النيل وخليج البنغال ومدينة البصرة بالغرق. تعتبر بنغلاديش والتي مرت بعدد كبير من الكوارث الطبيعية، من أكثر الدول تعرضاً للكوارث البيئية الخطيرة وذلك بسبب إنخفاض أراضيها وتاثرها الشديد بالعواصف والأعاصير المدارية والفيضانات.

العراق والتغيرات المناخية

يعاني العراق إنخفاضاً ملحوظاً وكبيراً في موارده المائية بسبب إنخفاض مناسيب مياه نهري دجلة والفرات وروافدهما في الأراضي العراقية وظاهرة الجفاف الحاد التي يعاني منها ألعراق والمنطقة منذ عقود مضت. تبلغ مساحة المسطحات المائية العراقية 1.921 مليون هكتار مربع تضم نهري دجلة والفرات وروافدهما والبحيرات، الأهوار والمياه الجوفية وتبلغ مخزونات العراق من المياه بحدود 6 مليار متر مكعب. تبلغ مساحة البحيرات العراقية (الثرثار والرزازة و الحبانية) حوالي 373 ألف هكتار مربع إنخفضت إلى نحو النصف حالياً بسبب شحة المياه الواصلة للعراق والجفاف الذي يمر به العراق منذ سنوات وزيادة نسب التبخر الناتجة عن إرتفاع معدلات

درجات الحرارة بالعراق منذ منتصف القرن الماضي. تستوعب منطقة الأهوار العراقية وهي من أكبر النظم الإيكولوجية في المنطق 20 مليار متر مكعب من المياه تعرضت للتجفيف من قبل النظام الصدامي البائد حيث تراجعت مساحتها إلى 7 ٪ عام 2002 م. تبلغ كميات المياه العذبة المتاحة في العراق حوالي 77 مليار متر مكعب سنوياً منها حوالي 48 مليار متر مكعب من نهر دجلة وروافده، حوالي 29 مليار متر مكعب من نهر الفرات وتبلغ كمية المياه المستغلة بالعراق حوالي 25 مليار متر مكعب. إنخفضت مناسيب المياه المتدفقة في نهر دجلة من تركيا بأتجاه الحدود العراقية بنسبة 60 ٪ نتيجة إقامة تركيا 104 من السدود والخزانات والتي تستوعب حوالي 138 مليار متر مكعب من المياه العذبة. أما مناسيب نهر الفرات الواصلة إلى العراق عبر سوريا فقد إنخفضت بنسبة 80 ٪ بسبب السدود والبحيرات التركية والسورية. أما الأنهار التي تتدفق من إيران وتصب في نهر دجلة في العراق مثل نهري الزاب الأسفل و نهر الكرخة فقد إنخفضت كميات المياه الواصلة فيها بنسبة 15-20 ٪. غيرت إيران مجري نهري سيروان و ألون بحيث لاتصل مياههما إلى الأراضي العراقية وحرمت العراق من مصدر مائي مهم يغذي نهر دجلة بينما قللت تدفق مياه نهر الكارون وهو من أهم الأنهار الذي تصب مياهه في شط العرب حيث كان نهر الكارون يزود شط العرب بحوالي 27 مليار متر مكعب سنوياً. يؤدي خسارة كل مليار متر مكعب سنوياً من مياه نهر الفرات مثلاً إلى نقصان 26 ألف دونم من الأراضي الزراعية وخسارة حوالي 40 ٪ من الأراضي الصالحة للزراعة بسبب تزايد معدلات الملوحة فيها (كبة، 2008).

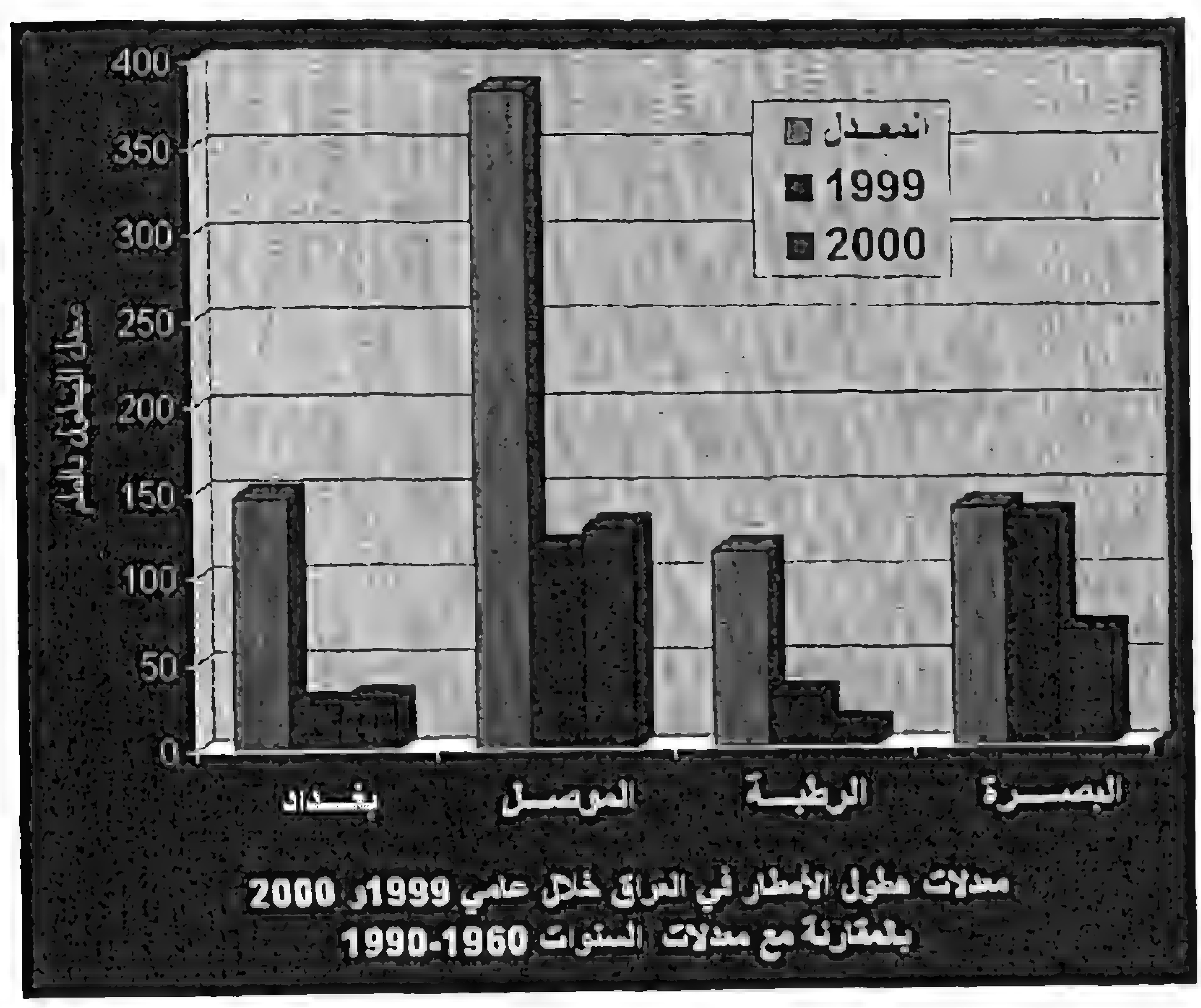
أدى الجفاف الذي يمر به العراق في العقود الخمسة الأخيرة وتقلص فترات وكميات هطول الأمطار وإرتفاع معدلات التبخر نتيجة ارتفاع درجات الحرارة إلى تضاؤل كميات المياه الجارية في الأنهر وجفاف الأبار والعيون. تسبب نقص كميات المياه وما رافقها من تصحر في نقصان المساحات الخضراء في المدن العراقية وتقليص الأحزمة الخضراء التي تحيط بها مما أثر وبشكل سلبي على البيئة في المدن وزاد من تفشي أمراض الجهاز التنفسي (الربو و الحساسية) بين المواطنين. تسبب الجفاف في إنحسار بالغطاء النباتي في الكثير من المناطق العراقية وبشكل خاص المناطق الرعوية في

المنطقة الغربية من العراق الأمر الذي تسبب في زيادة نسبة الغبار في الهواء. تتعرض الكثير من المدن العراقية وبشكل خاص العاصمة بغداد إلى موجات من العواصف الترابية غالباً ما يكون سببها نقص الغطاء النباتي في الأرياف والمدن العراقية. تعتبر هذه الظاهرة إحدى نتائج التغير المناخي وما ينتج عنه من جفاف نتيجة قلة سقوط الأمطار وموت النباتات الصحراوية والأشجار المعمرة. تبلغ مساحة الأراضي الصحراوية والأراضي المهددة بالتصحر حوالي 364 الف كيلومتر مربع وتشكل نسبة 83٪ من إجمالي مساحة العراق بينما تمثل نسبة الغابات 4٪ من مساحة العراق و65٪ من مساحة إقليم كردستان العراقي. تعتبر الاراضي الواقعة في إقليم كردستان ومنطقة الجزيرة العراقية وحوضي نهري دجلة والفرات والدلتا الواقعة بينهما من أهم المناطق الزراعية العراقية والتي تاثرت كثيراً خلال العقود الأخيرة بسبب نقص كميات الأمطار الساقطة في العراق (كبة، 2008).

يعد العراق نموذجاً للدول النامية التي تاثرت كثيراً بظاهرة الإحتباس الحراري ويتمثل ذلك التاثر في إرتفاع معدلات درجات الحرارة في العراق منذ منتصف القرن الماضي حيث إرتفعت معدلات درجات الحرارة العظمى في بغداد من 22.9 درجة مئوية للسنوات 1941–1970 إلى 32.6 درجة مئوية عام 2000. من جانب أخر تناقصت معدلات هطول الأمطار في العراق بشكل مخيف عن معدلاتها السابقة والمسجلة للاعوام 1960–1990 إذ إنخفضت هذه المعدلات في جميع مناطق العراق، ففي بغداد مثلاً من حوالي 150 مليلتر إلى حوالي 25 مليلتر عام 2000، في الموصل من 375 مليلتر إلى 125 مليلتر، في الرطبة من حوالي 120 مليلتر إلى أقل من 25 مليلتر، في البصرة من حوالي 140 مليلتر إلى حوالي 65 مليلتر (شكل 11) (ألعمر، 2008).

أدى إنخفاض كميات المياه في الأنهر والبحيرات العراقية وإرتفاع معدلات درجات الحرارة وما يرافقها من زيادة في معدلات التبخر المائي إلى زيادة معدلات الملوحة في المياه والأراضي العراقية الصالحة للزراعة الأمر الذي تسبب في موت المزروعات أو تقليل إنتاجية المحاصيل الحقلية. أثر إرتفاع معدلات درجة الحرارة

للمياه في العراق سلباً على الأحياء المائية وبشكل خاص الأسماك إذ يؤدي ذلك إلى إنخفاض نسب غاز الأوكسجين الذائب في الماء (العمر، 2008).



شكل 11. تغير معدلات الأمطار بالعراق (العمر، 2008).

ساهمت ظاهرة الإحتباس الحراري وما نتج عنها من تغير في المناخ مع إنخفاض مناسيب المياه المتدفقة من تركيا وسوريا وإيران في زيادة إنخفاض مناسيب المياه في شط العرب مما ساعد في تدفق المياه من الخليج العربي بإتجاه شط العرب الأمر الذي أدى إلى زيادة نسب الملوحة في المياه مما أثر سلباً على إستهلاك السكان للمياه العذبة وأيضاً على الثروة الزراعية مثل النخيل والفواكه والمحاصيل الحقلية في محافظة البصرة وبقية المحافظات الجنوبية العراقية وكذلك على تربية المواشي فيها. فاقمت مشكلة الجفاف في العراق تلوث المياه العراقية وبشكل خاص نهري دجلة والفرات

حيث يؤدي الجفاف ونقصان كمية الأمطار اضافةً لزيادة معدلات التبخر نتيجة لإرتفاع درجات الحرارة إلى زيادة تركيز الملوثات والأملاح في الأنهر العراقية. يعتبر نهر الفرات أكثر الأنهر العراقية تلوثاً وذلك بسبب نقص كميات المياه التي تمر به وايضاً لانه يدخل إلى الأراضي العراقية بعد مروره بالأراضي السورية الأمر الذي يزيد في كمية الملوثات من أملاح، دقائق صلبة، ملوثات صناعية وزراعية مختلفة. بينما تقل نسبة الملوثات والأملاح في نهر دجلة بسبب وفرة مياهه اولاً ودخوله المباشر إلى العراق دون المرور بدولة أخرى (حنوش، 2004).تتركز الملوثات في المياه العراقية وتزداد نسبها كثيراً في مدينة البصرة وذلك بسبب تصريف مياه المدن والقرى العراقية في مياه نهري دجلة والفرات. يعتبر شط العرب من الأنهار الأكثر تلوثاً في العراق وهذا ما أثر على حياة السكان وكذلك على الزراعة وتربية الحيوانات في محافظة البصرة.أدى التلوث ونقص كميات المياه إلى جعل مياه شط العرب وهو أكبر أنهار العراق من أكثر الأنهار تلوثاً في المنطقة. بلغ التلوث في نهر شط العرب حوالي 3000 جزء بالمليون وهو أكثر من التلوث المقرر عالمياً بحوالي 15 مرة، كما وتعتبر مياه شط العرب نتيجة لزيادة حدة التلوث فيه غير قابلة للإستهلاك البشري والحيواني (جدول 21) (كبة، 2008).

جدول 21. تركيز المواد الصلبة الذائبة والكبريتات والكلوريدات في مياه شط العرب (حنوش، 2004).

المادة	التركيز (ملغم/ كغم)	
	2001	2002
المواد الذائبة	1592.8	2568.7
SO_4	465.5	388.3
Cl	1215.3	1402

ان مشكلة إنكماش الأراضي الزراعية في العراق تعتبر من أخطر المشاكل التي تهدد الزراعة والتربية الحيوانية ومعيشة الإنسان حيث ادى الجفاف وعوامل التعرية إلى إنخفاض كبير في كميات الاراضي الزراعية والتي تضرر منها حوالي 46 ٪. أدى

إنخفاض معدلات الأمطار إلى 30 ٪ في الاعوام 1998-2000 إلى مرور العراق بحالة من الجفاف الحاد أثرت بشكل سلبي على الزراعة والرعي وزادت من تاثير عمليات التعرية في التربة العراقية وخصوصاً في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية. تحتوي الطبقة العليا من قشرة الأراضي الجافة وشبه الجافة الرقيقة على نباتات عشبية وأشنات وطحالب وفطريات وأنواع من البكتريا لايمكن لها ان تنموا بدون توفر المياه والرطوبة. تقوم هذه النباتات العشبية والطحالب والاشنات بحماية التربة الصحراوية من التعرية الهوائية والتفتت وتقلل من نسب الغبار الواصلة الى الهواء اثناء هبوب العواصف والرياح القوية (حنوش، 2004). تتاثر الكائنات الحية النباتية والحيوانية بالتغيرات المناخية كما ويتاثر النظام البيئي في المنطقة أثناء مرورها بتغير بيئي معين (Gian-Reto, 2007). هذا ما حصل فعلاً في العراق حيث تاثرت جميع مناطق العراق بدون إستثناء بالتغير المناخي الذي الحق أفدح الأضرار بالنظام البيئي.

أدى الجفاف المتواصل الذي يمر به العراق إلى موت النباتات وتقلص الغطاء النباتي في كثير من المناطق العراقية وخصوصاً المناطق الغربية من البلد وهي مناطق صحراوية وشبه صحراوية تتاثر كثيراً بالجفاف الذي يمر به العراق الان. أثر هذا الجفاف على الزراعة وتربية المواشي في تلك المناطق الأمر الذي دفع الكثير منهم الى الهجرة الى المدن. يمر العراق سنوياً بين شهري ابريل وسبتمر بموجات من العواصف الترابية التي تثير الغبار وتمنع الرؤيا في المدن العراقية يصل تاثيرها الى المناطق الشمالية من العراق وتتاثر بها مدن مثل كركوك واربيل والموصل. ادت العواصف الترابية التي إجتاحت العراق ومنطقة شبه الجزيرة العربية في بداية شهر تموز عام 2009 الى توقف حركة الطيران من والى العراق بسبب كميات الغبار الكبيرة الموجودة في الهواء كما وادت إلى زيادة حالات الإختناق لدى المواطنين وخصوصاً من يشكو من الربو منهم وادت الى موت عدد من المواطنين. اصبحت ظاهرة العواصف الترابية المتكررة ظاهرة مستفحلة تستدعي إيجاد حلول مناسبة لها تتمثل بزيادة الإهتمام بالتشجير وإحاطة المدن بحزام من الغطاء النباتي والأشجار يمنع او يقلل وصول الغبار الى المدن ويوقف زحف الصحراء باتجاه المناطق المأهولة بالسكان. يعتبر تزايد عدد وشدة العواصف الترابية مؤشراً مهماً لتزايد تاثيرات التغير المناخي الحاصل في المنطقة والمتمثل بإرتفاع

درجات الحرارة وإنعدام تساقط الأمطار وزيادة معدلات الجفاف والتصحر وغيرها من المشاكل البيئية التي تعاني منها المنطقة والعراق بشكل خاص.

تسبب الجفاف وقلة تساقط الأمطار وإنخفاض كميات المياه الواصلة للعراق من جيرانه على منطقة الأهوار في جنوب العراق حيث تأثرت هذه المحمية المائية الطبيعية كثيراً بهذه الظاهرة. إنعكس هذا الأمر على حياة السكان الذين يعتمدون بشكل دائم على الزراعة وتربية الحيوانات وصيد الأسماك. أدى الجفاف إلى إنخفاض مناسيب المياه في الأهوار وزيادة الملوحة في مياهها مما تسبب في عطش ونفوق المواشي وموت الأسماك. هدد التغير المناخي وما نتج عنه من جفاف في الأهوار حياة السكان في هذه المنطقة الأمر الذي إظطر الكثير منهم الى بيع مواشيهم والهجرة الى المدن من أجل كسب لقمة العيش لهم ولعوائلهم.

لم تتحرك الحكومات العراقية المتعاقبة بشكل فعلي نحو إيجاد حلول مناسبة وطويلة الأمد لمشكلة نقص المياه، التصحر والجفاف في العراق. فلازال نظام الري بالعراق يشكوا الإهمال والزراعة متاخرة وتعتمد على طرق بدائية بالري كانت مستخدمة منذ العصور القديمة. تستخدم حوالي 92 ٪ من المياه العراقية للري بسبب إستخدام اليات قديمة في الري تعتمد على إغراق الأرض بالمياه أثناء سقي المزروعات (حنوش، 2004). لم تعتمد الدولة بعد الإجراءات والتقنيات الحديثة في الري والتي تعتمد على طريقة التنقيط في سقي المزروعات من أجل التقليل في إستهلاك المياه. على الحكومة العراقية الحالية والحكومات التي ستليها أن تهتم بتفعيل الإتفاقيات الدولية المبرمة مع كل من تركيا وسوريا وايران وان تلزم هذه الدول بالمحافظة والإلتزام بحصة العراق من المياه المتفق عليها في هذه الإتفاقيات. يجب على الحكومات العراقية زيادة الإهتمام بالبيئة العراقية والتحرك السريع من أجل إيجاد حلول ناجعة للمشاكل التي تواجه البيئة العراقية وعلى راسها مشاكل الجفاف والتصحر ونقص المياه. من جانب أخر هناك إسراف ملحوظ في إستهلاك المياه من قبل المواطنين في المجالين الزراعي والمنزلي، يتحمل المواطن مسؤلية كبيرة في تفشي مشكلة نقص المياه بالعراق وذلك بسبب تدني الوعي البيئي وعدم إهتمام الدولة بهذه

القضية المهمة. أثر الجفاف وما تسبب عنه من تضاؤل للغطاء النباتي وأختفاء المناطق الطبيعية في العراق على حياة ووجود أعداد كثيرة من اللبائن والطيور التي تتواجد في مناطق كثيرة. أدى التلوث وارتفاع درجات الحرارة وقلة المياه وزيادة التصحر والصيد الجائر إلى إنقراض وهجرة العديد من أنواع اللبائن التي كانت تستوطن العراق منها على سبيل المثال المها والماعز الجبلي وانواع من الغزلان. كما تسبب تجفيف الأهوار العراقية وقلة مناسيب المياه في بعضها إلى موت الغطاء النباتي في هذه المناطق وإنقراض الكثير من أنواع اللبائن وموت الملايين من الأسماك وهجرة الكثير من الطيور مما أثر سلباً على التوازن الحيوي الطبيعي في هذه المناطق (حنوش، 2004).

إستغلال الطاقة الشمسية في العراق

يمتلك العراق مصدراً مهماً من مصادر الطاقة المتجددة يتمثل في الطاقة الشمسية مازالت غير مستثمرة بشكل جدي. يقع العراق جغرافياً ضمن المناطق الحارة والتي تتميز بطول ساعات السطوع الشمسي بها. تصل ساعات السطوع الشمسي في بعض الأشهر من السنة حوالي 12 ساعة يومياً. يمكن للعراق الإستفادة من طول مدة وقوة الإشعاع الشمسي في إنتاج الطاقة الكهربائية. تتوفر في العراق كل الشروط المثالية المطلوبة في إستغلال الطاقة الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية لتسخين المياه. إن سطوع أشعة الشمس بمعدل 1800 كيلوواط-ساعة على المتر المربع الواحد يعتبر سطوعاً مناسباً لانتاج الطاقة الحرارية والكهربائية في حين إن العراق ونتيجة لوقوعه في بقعة جغرافية مناسبة يصل مستوى السطوع الشمسي الطبيعي فيه حوالي 2000 كيلوواط-ساعة على المتر المربع الواحد. تمكنت الكثير من الدول الأوربية والتي تقل معدلات السطوع الشمسي فيها عن المعدلات في المنطقة العربية من إستغلال الطاقة الشمسية في الحصول على الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية للتدفئة وتعتبر المانيا واسبانيا من أكثر هذه الدول إهتماماً بالطاقة الشمسية.

تقوم الدول الأوربية حالياً بدراسة مشروع الحصول على الطاقة الكهربائية عن طريق بناء محطات لتوليد الطاقة الكهربائية بواسطة الطاقة الشمسية في شمال أفريقيا ومنطقة الشرق الأوسط. تهدف الدول الأوربية من المشروع الحصول على 15٪ من

الطاقة الكهربائية التي تحتاجها بحلول عام 2050 عن طريق بناء هذه المحطات. تشير معلومات المركز الألماني لابحاث الفضاء الماخوذة عن تحليل معلومات الأقمار الصناعية ان مساحة حوالي 6000 كيلومتر مربع في الصحراء تكفي لتوفير الكهرباء لدول شمال أفريقيا والشرق الأوسط اضافةً للدول الأوربية. توفر كل محطة توليد للطاقة تعمل بالطاقة الشمسية حوالي GW 100 في حين ينتج سد أسوان في مصر 3 GW (El Bassam, 2009). تؤكد برتش (2009) إن إستغلال الطاقة الشمسية المتوفرة في الصحراء يمكن لها ان تنتج ثلاثة أضعاف الطاقة الكهربائية المنتجة.بواسطة جميع المفاعلات النووية الموجودة عالمياً. كما ويؤدي الإنتقال الى الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة المتجددة في محطات توليد الطاقة الكهربائية سنوياً الى توفير حوالي 4.7 مليار طن من غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنبعثة للغلاف الجوي عالمياً وهذا يمثل ستة أضعاف كميات الغاز المنطلقة في ألمانيا عام 2008. تعتبر محطات توليد الطاقة الكهربائية بالطاقة الشمسية على المستوى البعيد أرخص إقتصادياً وانظف بيئياً من مثيلاتها التي تستهلك الوقود الإحفوري او الوقود النووي (Pritsch, 2009).

يمكن للعراق وبقية البلدان العربية في اسيا وأفريقيا الاعتماد على الطاقة الشمسية كبديل مناسب ورخيص للوقود الإحفوري وذلك لتوفر هذا النوع من الطاقة في كل فصول السنة (جدول 22).

يعتمد العراق حالياً على محطات لتوليد الطاقة الكهربائية (محطات كهروحرارية) قديمة تعمل بواسطة حرق الوقود الإحفوري والمتمثل بالغاز الطبيعي والنفط. يحتاج العراق حالياً وفي المستقبل القريب إلى بناء محطات توليد للطاقة الكهربائية لسد النقص الحاصل في التيار الكهربائي اللازم لتدوير عجلة الصناعة وللاستهلاك المنزلي.

جدول 22. السطوع الشمسي في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (اليوسفي، 2007)

البلد	الطاقة الحرارية الشمسية سطوع طبيعي مباشر (كيلوواط-ساعة-م مربع-يوم)	النظم الفوتوفولتية سطوع أفقي عالمي (كيلوواط-ساعة-م مكعب-يوم)
العراق	2000	2050
البحرين	2050	2160
الأردن	2700	2310
الكويت	2100	1900
لبنان	2000	1920
عمان	2000	2050
قطر	2000	2140
السعودية	2500	2130
سورية	2200	2380
الإمارات	2200	2120
اليمن	2200	2250
الجزائر	2700	1970
مصر	2800	2450
ليبيا	2700	1940
المغرب	2600	2000
تونس	2400	1980

من جانب اخر يعاني العراق من مشكلة زيادة الملوحة في مياه الأنهر العراقية وبشكل خاص نهري الفرات وشط العرب وان المياه العذبة في بعض المناطق وخصوصاً في محافظتي البصرة والناصرية غير صالحة للاستخدام البشري والزراعي. يستطيع العراق بالإعتماد على الطاقة الشمسية في بناء محطات كهروحرارية تعمل بالطاقة الشمسية من تحقيق مجموعة من الأهداف الإقتصادية والبيئية المهمة منها،

1. توفير الطاقة الكهربائية دون الإعتماد على الوقود الأحفوري والذي يعتبر من أهم مصادر الدخل القومي العراقي.
2. تحلية المياه واعادة إستهلاكها في المجالات الزراعية والبشرية في المناطق التي ترتفع بها نسبة الأملاح.
3. خفض الإنبعاثات الغازية المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري والغازات الأخرى الملوثة للهواء.

يؤدي الإعتماد على الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة في محطات تحلية المياه بالتناضح العكسي وتوليد الطاقة الكهربائية إلى تخفيض نسب الغازات المتحررة إلى الغلاف الجوي وبشكل خاص غاز ثنائي أوكسيد الكربون وأكاسيد النتروجين. من جانب أخر يؤدي الإعتماد على الطاقة الشمسية في تشغيل المحطات المشتركة لتحلية المياه وانتاج التيار الكهربائي إلى توفير كبير بالوقود الإحفوري المستخدم بالمحطة يصل إلى 138.9 طن-ميغا واط-سنة (الربيعي، 2006).

يتوجب على العراق في المستقبل التوقيع والإلتزام بالمعاهدات الدولية الخاصة بتخفيض إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون وهذا يعني إن على العراق أبداء إهتمام أكبر بمصادر الطاقة المتجددة كبديل مستقبلي ودائمي مهم للوقود الإحفوري. تعتمد عملية توليد الطاقة الكهربائية بهذه الطريقة على تركيز الأشعة الشمسية الساقطة على المرايا العاكسة وتجميعها في بؤر من خلايا الألواح الشمسية للحصول على درجة حرارة عالية يستفاد منها في تسخين المياه ويبخيرها. تزود المرايا العاكسة بجهاز أدارة وتوجيه يعمل على تحريك هذه المرايا باتجاه الشمس وأشعتها لزيادة كفاءة الإستقبال والتجميع للاشعة الشمسية. يقوم البخار بتدوير التوربينات البخارية المولدة للتيار

الكهربائي، يبرد بخار الماء ويكثف للحصول على مياه خالية من الأملاح يمكن استخدامها في مجالات الإستخدام المختلفة. تعتبر هذه الطريقة من أهم طرق توليد الطاقة الكهربائية الحديثة والتي تعتمد على الطاقة المتجددة وتقلل من إستهلاك الوقود الإحفوري.

الدول النامية والطاقة المتجددة

تعتبر الدول النامية والفقيرة من اكثر البلدان استهلاكاً للكتلة الحيوية كمصدر للطاقة. كانت الكتلة الحيوية المصدر الرئيسي للطاقة عند الانسان منذ الازمان البعيدة ولا تزال تشكل جزءاً بالغ الاهمية في تلبية أحتياجات الكثير من الشعوب والبلدان في كل من أسيا وأفريقيا واميركا اللاتينية. تشكل الكتلة الحيوية 65٪ من الطاقة المستهلكة في أفريقيا، 50٪ في الهند، 40٪ في اميركا الجنوبية . اما في المنطقة العربية فتشير التقديرات ان 50 مليون مواطن يعتمدون بشكل كامل على هذا الكتلة الحيوية في توفير الطاقة في مختلف مجالات الإستهلاك (علي، 2006). إستطاعت بعض البلدان النامية من تطوير أمكانياتها في التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة والمتمثلة بالكتلة الحيوية. تعتبر البرازيل من الدول المتقدمة في هذا المجال حيث إستطاعت أن تستثمر هذا المصدر المتجدد للطاقة في مجال النقل. تستهلك 40٪ من العربات في البرازيل الإيثانول 100٪ كوقود بينما تستهلك 60٪ من العربات مزيج يتكون من 22٪ إيثانول و 78٪ بنزين (دلجر، 2009).

لازالت الكثير من الدول النامية ومنها الدول العربية تعتمد بشكل واسع على الوقود الإحفوري كمصدر أساسي لتوفير الطاقة وذلك بسبب ضعف الإهتمام بمصادر الطاقة المتجددة والتي هي متوفرة أصلاً في الكثير من هذه البلدان وعدم توفر التكنلوجيا المناسبة واللازمة لتوليد الطاقة الكهربائية عن طريق امتلاك مفاعلات النووية للإستخدام السلمي. يعتبر الوقود الإحفوري من مصادر الطاقة غير المتجددة وهو مصدر للطاقة قابل للنفاذ أذا جرى إستنزافه بهذه الطريقة (جدول 23).

يعتبر إستهلاك الفرد للطاقة في منطقة الخليج العربي وبشكل خاص المملكة العربية السعودية والكويت ودولة الإمارات العربية المتحدة الأعلى عالمياً. أدى توفر

النفط في منطقة الشرق الاوسط إلى إعتماد دول هذه المنطقة علـى المنتجـات النفطيـة بشكل أساسي في الحصول على الطاقة المطلوبة.

جدول 23. إحتياطيات العالم من الوقود الإحفوري بالمليار طن (Politik und Unterricht, 2008).

نوع الوقود	الإحتياطي (مليار طن)	الإستهلاك السنوي (مليار طن)	المدة المتوقعة للنفاذ (سنة)
الغاز الطبيعي	205	3.4	60
النفط	216	5.4	40
الفحم الحجري	783	4.0	196

يبين جدول 23 إن إلاحتياطي العالمي من الوقود الإحفوري بكل أنواعه قابل للنفاذ خلال فترة قصيرة إذا جرى إستنزافه بهذه المعدلات المتصاعدة. يتزايد مع النمو السكاني العالمي الحاجة الى الطاقة مما يؤدي بالمستقبل الى زيادة ملحوظة في إستهلاك الوقود الإحفوري مما سيؤدي ربما الى نفاذه في فترات قياسية. تدفع الحاجة المتنامية لاستهلاك الطاقة الكثير من البلدان وخصوصاً الصناعية منها الى البحث عن وسائل ارخص وانظف واكثر ديمومة في توفير الطاقة المطلوبة مستقبلاً. لذلك بدات الكثير من الدول باجراء البحوث والدراسات العلمية الهادفة لحل هذه المعضلة. وقد ركزت الكثير من الدراسات على مصادر الطاقة المتجددة باعتبارها البديل الأرخص والأنظف والدائم للوقود الإحفوري.

لم تنتبه الكثير من الدول النامية لأهمية الإنتقال إلى مصادر الطاقة المتجددة إلا مؤخراً وهي مازالت تعتمد على الدول الصناعية العظمى بالحصول على التكنلوجيـا المناسبة التي تساعدها في إستهلاك مصـادر الطاقـة المتجـددة وبشـكل خـاص الطاقـة الشمسية وطاقة الريـاح. ان تـوفر الإشـعاع الشمسـي في الكثير مـن الـدول الناميـة والفقيرة يجعلها قادرة وبشكل سهل على إستغلال هذه الطاقة الأزلية واعتبارها بديلاً مهماً للوقود الإحفـوري القابـل للنفـاذ. تسـتهلك الـدول الناميـة والفقـيرة الوقـود

الإحفوري لتوفير نسبة عالية من إحتياجاتها من الطاقة الكهربائية في حين يمكن لهذه الدول إذا توفرت التكنلوجيا المطلوبة من إستغلال الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة الكهرومائية في توفير كامل للطاقة المطلوبة ودون الحاجة لاستهلاك الوقود الإحفوري. يجب على الدول النامية والفقيرة ان تتحول وبشكل سريع الى المصادر الأنفة الذكر وذلك لانها لاتحتاج إلى تكنلوجيا متطورة وغالية الثمن كما هو الحال بالنسبة للطاقة النووية. توفر عملية الإنتقال من الوقود الإحفوري كمصدر للطاقة إلى مصادر الطاقة المتجددة للدول النامية والفقيرة مبالغ كبيرة من الأموال يمكن ان تستغل في برامج التنمية والتنمية المستدامة في هذه البلدان. من جانب أخر تقلل هذه الطريقة من معدلات تلوث الهواء العالية في هذه البلدان ومن إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون مما يؤدي مستقبلاً إلى المساهمة في تقليل التاثيرات السلبية لظاهرة الإحتباس الحراري وما تمخض عنها من تغير في مناخ المنطقة كان له دوراً سلبياً على البيئة فيها. تعاني الكثير من البلدان النامية ومنها العراق ومصر وسوريا مثلاً من نقص واضح في الطاقة الكهربائية ويمكن لهذه الدول إذا توجهت لإستغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في مشاريع كبيرة ان تغطي كامل إحتياجاتها من الطاقة الكهربائية وتحل أزمة كبيرة وحادة في الطاقة الكهربائية يعاني منها سكان هذه البلدان. فعلى سبيل المثال تحتاج دول مجلس التعاون الخليجي الى 77044 ميجاواط من الطاقة الكهربائية سنوياً. يمكن توفير هذه الكمية من الطاقة الكهربائية عن طريق نصب حوالي 13 الف توبينة تستهلك طاقة الرياح (تنتج التوربينة الواحدة 6 ميجاواط). أو إستغلال 3.5 من أراضي البحرين ، 0.1 من أراضي كل من السعودية والامارات، 0.5 من أراضي الكويت، 0.2 من أراضي عمان في إنتاج الطاقة الكهربائية بإستغلال ألطاقة الشمسية (الناصر، 2009). توجهت بعض البلدان النامية ومنها كل من مصر ودولة الإمارات العربية المتحدة الى توفير جزء من إحتياجاتها للطاقة عن طريق إستغلال الطاقة الشمسية وهناك برامج في بعض البلدان مثل العراق وسوريا تهدف إلى استغلال الطاقة الشمسية والمائية بشكل أكبر في توليد الطاقة الكهربائية. تستطيع الدول العربية وخصوصاً دول شبه الجزيرة العربية من إدخار طاقتها الإحفورية وتصديرها للسوق العالمية إذا إعتمدت على مصادر الطاقة

المتجددة في توفير الطاقة المطلوبة. كما وان هذه الدول قادرة إذا تحولت لمصادر الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية و طاقة الرياح) على تصدير الفائض من الطاقة الكهربائية المنتجة الى مناطق أخرى في العالم (تريب، 2009). يتراوح المجموع السنوي للاشعاع الشمسي في هذه المنطقة حوالي 2000 – 2300 كيلوواط ساعي-متر مربع-سنة. يمكن لكل كيلومتر مربع من الاراضي الصحراوية إنتاج حوالي 250 جيجاواط ساعي سنوياً من الطاقة الكهربائية التي يمكن أستخدامها في تغذية شبكة الكهرباء في المنطقة. كما ويمكن إستهلاك هذه الطاقة في تحلية مياه البحر للحصول على المياه الصالحة للشرب والتي تعاني هذه البلدان شحة كبيرة فيها. حيث يمكن تحلية 60 مليون متر مكعب من مياه البحر بإستغلال الطاقة الشمسية كمصدر للوقود في محطات أنتاج الطاقة الكهربائية وتحلية المياه (المحطات الكهروحرارية) (تريب، 2009).

مدينة مصدر الخالية من الوقود الإحفوري: تجربة دولة الأمارات العربية المتحدة في إستغلال الطاقة المتجددة

دولة الإمارات العربية المتحدة هي من الدول المصدرة للنفط، أبدت في السنوات القليلة الماضية إهتماماً ملحوظاً بالطاقة المتجددة باعتبارها بديلاً مهماً للوقود الإحفوري القابل للنفاذ. تحاول دولة الإمارات العربية المتحدة الإستفادة من الطاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية عن طريق إنشاء مشاريع تقلل من إستهلاك الوقود الإحفوري وما يترتب على حرقه من إطلاق كميات كبيرة من الغازات الضارة بما فيها غاز ثنائي أوكسيد الكربون الذي يعتبر من أهم غازات الإحتباس الحراري. شرعت هذه الدولة في عام 2006 ببناء مدينة جديدة تدعى مدينة مصدر تقع بالقرب من مطار ابو ظبي الدولي وتبعد حوالي 17 كم عن مدينة ابو ظبي. تقع مدينة مصدر على مساحة 6 كم مربع ويسكنها حوالي 50 الف مواطن إضافةً لوجود حوالي 1500 شركة تعمل في المدينة. يتم الإستفادة في هذا المشروع من الطاقة الشمسية باعتبارها أهم مصادر الطاقة المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية وذلك باستغلال سطوح المباني والأراضي بتثبيت الألواح الشمسية الكهروضوئية، تتمكن

مدينة مصدر من إنتاج حوالي 130 ميغاواط من التيار الكهربائي. من جانب أخر يحتوي المشروع على محطة لتحلية مياه البحر تعمل بالطاقة الشمسية يوفر المياه العذبة لسكان المدينة. تستغل الرياح خارج المدينة عن طريق تثبيت توربينات طواحين الهواء التي تنتج حوالي 20 ميغاواط في إنتاج الطاقة الكهربائية اللازمة أثناء الليل. تروى حدائق ومزارع المدينة من المياه العادمة بعد معالجتها في محطة معالجة المياه العادمة في المدينة. تستخدم النفايات البيولوجية في الحصول على التربة والأسمدة العضوية الضرورية للزراعة، أما النفايات الأخرى ومنها النفايات البلاستيكية فسيتم إعادة تدويرها وإستخدامها في مجالات أخرى. تبلغ تكلفة المشروع حوالي 22 مليار دولار أمريكي وقد إنتهت المرحلة الإولى للمشروع في بداية العام الحالي 2009م (سعد، 2008). تعتبر مدينة مصدر هي الأنظف والأكثر تطوراً عالمياً وقد أختيرت كمقر للامانة العامة للوكالة الدولية للطاقة المتجددة (أيرينا) تقديراً للإهتمام الذي أبدته دولة الإمارات العربية المتحدة بالطاقة المتجددة باعتبارها بديل نظيف للوقود الإحفوري والذي يتوفر بكميات كبيرة في هذه الدولة. إن إهتمام هذه الدولة بالطاقة المتجددة يبين ضرورة الإعتماد على مصادر جديدة ونظيفة للطاقة كبديل للوقود الإحفوري الذي يتوفر بكميات محدودة قابلة للنفاذ في القريب العاجل.

التغير المناخي وحروب المياه

أدت ظاهرة الإحتباس الحراري وما تمخض عنها من تغير في مناخ كوكب الأرض إلى نقص حاد في كميات المياه العذبة في الكثير من مناطق العالم وخصوصاً في الدول النامية والفقيرة. كان للتغير الحاصل في مناخ الكرة الأرضية دوراً مهماً في عدم إنتظام معدلات سقوط الأمطار في الكثير من مناطق العالم حيث إزدادت كميات الأمطار في الجزء الشمالي من الكرة الأرضية مقابل إنخفاض ملحوض في سقوط الأمطار في الجزء الجنوبي منها. يستهلك الإنسان حوالي ثلاثة أرباع كميات المياه العذبة في مجال الزراعة وسقي الحيوانات. هنالك مجموعة من العوامل تلعب دوراً مهماً في تناقص كميات المياه العذبة عالمياً هي:

1. تزايد الحاجة للمياه العذبة في النشاطات الزراعية وتربية الحيوانات من أجل توفير الغذاء الكافي من المنتجات الغذائية النباتية والحيوانية لمليارات من البشر الذين يعيشون في مختلف بلدان العالم.

2. تزايد الطلب على المياه العذبة في البلدان النامية والفقيرة نتيجة الزيادة الكبيرة في تعداد السكان في هذه البلدان. تركز أعداد كبيرة من السكان في المدن الكبيرة مثل القاهرة وبومباي وجاكارتا وسان باولو حيث يعيش حوالي ثلثي سكان الكرة الأرضية في المدن يزيد من إستهلاك المياه في بعض المناطق من العالم.

3. زيادة معدلات التلوث المائي وزيادة ملوحة المياه في الكثير من الأنهار والبحيرات العذبة في البلدان النامية والفقيرة نتيجة النقص الكبير في شبكات الصرف الصحي ومحطات معالجة المياه قبل إعادتها الى الأنهار. إن التلوث الحاصل في الكثير من الأنهار ومنها نهر البنجاب ونهر الفرات نتيجة تصريف مخلفات الصناعة والزراعة في مياه هذه الأنهار جعل المياه العذبة فيها غير صالحة للأستهلاك البشري والحيواني والزراعي مما يفقد الكثير من البلدان مصادر مهمة للمياه العذبة.

يعد نقص المياه العذبة من اهم الأسباب التي تؤدي الى نشوب توترات بين مختلف الدول وتؤدي في الكثير من الأحيان الى نشوب حروب بين مختلف البلدان ومجاميع السكان على مصادر المياه. إن منطقة الشرق الأوسط من أكثر المناطق التي تهددها الحروب على مصادر المياه العذبة. تتنازع كل من سوريا والأردن وإسرائيل وفلسطين على مياه نهري الأردن و اليرموك، تستخدم المياه العذبة في الكثير من الأحيان كعوامل ضغط من أجل الحصول على مكتسبات سياسية وإقتصادية وهي جزء من الصراع بين هذه البلدان. أما في المناطق الأخرى من العالم فان هناك الكثير من الصراعات بين الدول على مصادر المياه العذبة وخصوصاً بين البلدان التي تمر بها أنهار مشتركة مثل الصين ولاوس وفيتنام و تايلند التي تتقاسم مياه نهر الميكونغ. كما وان بلدان مثل السودان ومصر واثيوبيا لازالت تعاني من مشاكل جراء عدم الإتفاق

على تقاسم الحصص المائية لنهر النيل بيت هذه البلدان. كذلك تتنازع كل من زامبيا وزمبابوي و موزمبيق على مياه نهر زامبيزي في حين يهدد السلام بين كل من الهند وباكستان مشكلة النزاع على نهر البنجاب الذي يغذي ملايين الهكتارات الزراعية وملايين السكان في كلا البلدين بالمياه العذبة. تعتبر مشكلة تقاسم مياه نهري دجلة والفرات بين العراق وسوريا وتركيا من أهم المشاكل التي تهدد المنطقة إذا لم يتم الإتفاق على معاهدة دولية عادلة تنصف كل الأطراف وتوفر المياه العذبة لسكان هذه البلدان. هناك صراعاً دولياً بين جمهوريات طاجيكستان وقرغيزستان واوزبكستان وهي من جمهوريات الإتحاد السوفيتي السابق على تقاسم مياه نهري سور داريا وامو داريا وايضاً بين الولايات المتحدة والمكسيك على مياه نهر ريو غراندا وبين الأرجنتين والبرازيل والباراغواي على تقاسم مياه نهر بارانا المشترك في أميركا الجنوبية. أصبحت مشكلة توفير المياه العذبة للسكان وتقاسم مياه الأنهار المشتركة بين مختلف البلدان قضية مهمة وحساسة باتت تهدد السلام والإستقرار في الكثير من مناطق العالم وخصوصاً في البلدان النامية والفقيرة والتي تعاني أصلاً من مشكلة نقص المياه العذبة والتي تلعب ظاهرة التغير المناخي دوراً مؤثراً فيها (Richerzhagen, 2007). إن إستمرار إرتفاع درجة حرارة كوكب الأرض عن معدلات القرن الماضي يمكن له أن يؤدي في المستقبل القريب الى نقصان في كميات المياه العذبة لاكثر من ملياري نسمة من سكان كوكبنا وخصوصاً في المناطق المكتضة بالسكان عالمياً مثل الهند والصين (Schmidt-Roschmann, 2009). يتوقع ان يزداد عدد السكان الذين يعانون من نقص المياه العذبة حوالي 200–300 مليون شخص خلال العقود القليلة القادمة إذا إستمرت معدلات درجات الحرارة عالمياً بالارتفاع (Parry, 2001).

اللاجئون البيئيون Environmental Refugees

تعد مشكلة اللاجئين البيئيين من القضايا التي لم يجري الإنتباه لها بشكل متكامل وهي مشكلة بدات تزداد حدةً وإنتشاراً خلال العقود الأخيرة وخصوصاً بعد تزايد عدد وشدة الكوارث البيئية الناتجة عن ظاهرة التغير المناخي الذي طرأ بشكل سريع ومفاجيء عالمياً. هناك نوعان من الهجرة لاسباب بيئية:

1. هجرة داخلية تتم داخل البلد الواحد تنتج عن أسباب بيئية كثيرة منها تردي وتدهور نوعية الأراضي الزراعية، انعدام هطول الأمطار ومرور بعض المناطق بفترات من الجفاف الطويلة، الفيضانات والأعاصير تجبر السكان الذين يعتمدون على الزراعة إلى الإنتقال إلى مناطق أخرى سعياً وراء الحصول على لقمة العيش (Heberer, 2006). كما وتصنف الهجرة الداخلية إلى هجرة موقتة وأخرى دائمية (الحناوي، 2004). ومن أهم الأمثلة على الهجرة الداخلية هجرة سكان منطقة الأهوار في العراق من مواطنهم الأصلية إلى مناطق أخرى داخل العراق بسبب تجفيف مناطقهم من قبل النظام الدكتاتوري السابق.
2. هجرة خارجية تحصل عندما يهاجر سكان بعض المناطق التي تصاب بكوارث بيئية أو طبيعية بعضها ناتجة عن التغير المناخي الذي يحصل في مناطقهم. تبرز هذه المشكلة بشكل حاد في الدول النامية والفقيرة حيث تهاجر أعداد كبيرة من البشر يقدر اعدادهم بعشرات الملايين الى دول أخرى. تعتبر القارة الأفريقية مثالاً واضحاً على هذه الظاهرة حيث يهاجر سنوياً أعداد كبيرة من السكان إلى دول أخرى كما حصل في إقليم دارفور في السودان نتيجة نشوب النزاع العرقي بين سكان هذه المناطق الناتج عن تردي نوعية الأراضي الزراعية والجفاف. أما في قارة اسيا فان شبه الجزيرة الهندية وتحديداً بنغلاديش تعتبر من أكثر البلدان التي يهاجر سكانها إلى مناطق أو دول أخرى مثل الهند مما يؤثر بشكل سلبي على حياة ومعيشة السكان الأصليين نتيجة المنافسة على فرص العمل وإستغلال الموارد الطبيعية. يهاجر السكان عندما تتعرض مناطقهم إلى كوارث بيئية وطبيعية متكررة تجبرهم على الرحيل والبحث على سبل جديدة للمعيشة (Bauer, 2005).



الفصل الرابع

المعالجات المقترحة لمطلقات الإحتباس الحراري:

المعالجات قصيرة الأمد

غازات الإحتباس الحراري المتمثلة في بخار الماء وثنائي أوكسيد الكربون والميثان وأوكسيد النتروز وغاز ثلاثي فلوريد النتروجين وغازات أخرى هي المسؤولة عن رفع درجة حرارة كوكب الارض وغلافها الجوي وإن الإنسان ومن خلال تعدد نشاطاته وتأخر إهتمامه بحل هذه المشكلة هو المسؤول الوحيد والمباشر عن إرتفاع نسب غازات الإحتباس الحراري في الغلاف الجوي. تلعب التربية البيئية وزيادة الوعي البيئي لدى الناس دوراً مهماً في التصدي لمشكلة التغير المناخي وتولي الدول المتقدمة أهمية كبيرة لهذا الموضوع. تعتمد الكثير من الدول على التربية البيئية وزيادة الوعي البيئي لدى السكان في مساعيها الجدية للحيلولة دون إرتفاع تركيزات الغازات المسببة للإحترار الكوني. يستهلك الفرد في الدول الصناعية كميات من الطاقة تفوق معدلات الإستهلاك في البلدان النامية باضعاف مضاعفة (Matthes, 2005) (جدول 24).

جدول 24. الفرق الشاسع في إستهلاك الطاقة الكهربائية بين البلدان الصناعية والبلدان النامية (Welt-in-zahlen, 2009).

الدولة	استهلاك الفرد السنوي من الكهرباء (كيلو- واط-ساعة)
الولايات المتحدة الأمريكية	12376
ألمانيا	6303
البيرو	724
غواتيمالا	393
كينيا	128
بنغلاديش	106
مالي	53
الصومال	26

نلاحظ من الجدول 24 الفرق الشاسع في إستهلاك الطاقة الكهربائية للفرد الواحد سنوياً بين الدول الصناعية كالولايات المتحدة الأمريكية باعتبارها أكبر مستهلك للطلقة عالمياً او المانيا وبين بعض الدول الفقيرة والنامية مثل الصومال ومالي وبنغلاديش. وهذا يؤكد مسؤولية الدول الصناعية العظمى عن إستفحال ظاهرة الإحترار الكوني وما تمخض عنها من تغير في مناخ كوكب الأرض على مدى القرنين الماضيين.

أما في البلدان النامية وبسبب ضعف الإنتاج الصناعي فان نسبة إستهلاك الطاقة في النشاطات المنزلية المختلفة الى حجم إستهلاك الطاقة الكلي يمكن لها ان تكون أعلى من المعدلات التي ذكرت في الدول الصناعية العظمى. هذا يعني ان تحفيز السكان ورفع وعيهم البيئي ممكن له أن يساعد في تقليل إستهلاك الطاقة وبالتالي الى إنقاص كميات الغازات المنطلقة للغلاف الجوي (الناصر، 2009).

تقوم الكثير من الدول والحكومات والمنظمات المهتمة بحماية البيئة باتخاذ بعض الإجراءات التي تهدف الى الحد من زيادة إستهلاك الوقود الاحفوري لاسباب اقتصادية كإرتفاع أسعار الوقود أو بيئية للحد من ظاهرة الإحترار الكوني والتلوث البيئي أو لكليهما. وبما إن حرق الوقود الإحفوري لإنتاج الطاقة يولد كميات هائلة من الغازات بما فيها غاز ثنائي اوكسيد الكربون فان التقليل من إستهلاك الطاقة على المستوى العالمي سيؤدي بالتاكيد إلى خفض إنتاج هذا الغاز ويقلل من أخطار ظاهرة الإحترار الكوني ويحد من التاثيرات السلبية للتغير المناخي الذي يهدد كوكب الارض. ان حرق الوقود الاحفوري واستهلاك الطاقة في النشاطات المنزلية تمثل 12٪ من حجم إستهلاك الطاقة في الدول الصناعية العظمى (Tanaka, 2007). لهذا تركز الحكومات والهيئات الدولية والمنظمات المهتمة بحماية البيئة على توعية السكان بالأخطار الناتجة عن زيادة معدلات إستهلاك الطاقة وتحثهم من خلال إشراك وسائل الإعلام المسموعة والمقروؤة على الإقتصاد والتوفير في إستهلاك مصادر الطاقة المختلفة. وبالإمكان التقليل من إستهلاك الطاقة في المجالات الآتية:

1- التوفير في إستهلاك الطاقة في المنازل والمباني العامة والخاصة:

يمكن التقليل من إستهلاك الطاقة في المنازل والمباني العامة وفي مجالات حياتية مختلفة كالإضاءة والطبخ وغسل الملابس والكوي والتدفئة والإستحمام وكذلك في إستخدام الأجهزة الكهربائية. ففي جانب الإضاءة يؤدي إستبدال المصابيح العادية ذات الأسلاك المتوهجة (60 -100 واط) بمصابيح النيون المملوءة بالغازات المتأينة مثل غاز الأرغون Argon او مصابيح توفير الطاقة Energy Saver (، 12،10،8،6... واط) الى توفير كبير بالطاقة الكهربائية للمنازل إذ ان هذه المصابيح تستهلك 20٪ من الطاقة التي يستهلكها المصباح العادي ذو السلك المتوهج بينما توفر نفس القدر من الإضاءة في البيوت (جدول 25).

جدول 25. كميات غاز ثنائي اوكسيد الكربون المنطلقة سنوياً لمختلف أنواع المصابيح (Haus+Energie, 2008).

نوع المصباح – واط	كمية الغاز المنطلقة المصباح-سنة (كغم)	مدة إستخدام المصباح (ساعة)
مصباح عادي 75 واط	53	1000
مصباح توفير الطاقة 7 واط	4.9	15000
مصباح توفير الطاقة 8 واط	5.7	15000
مصباح توفير الطاقة 11 واط	7.8	15000
مصباح توفير الطاقة 15 واط	10.6	15000
مصباح توفير الطاقة 20 واط	14.1	15000

قرر الإتحاد الأوربي إيقاف انتاج المصابيح العادية ذوات السلك المتوهج ذات المئة واط واكثر إعتباراً من سبتمبر من عام 2009 والمصابيح ذوات 40-60 واط إعتباراً من بداية عام 2010 ومع بداية عام 2012 قرر الإتحاد الاوربي منع إستخدام هذه المصابيح وهذا الإجراء يراد به التقليل من استهلاك الطاقة الكهربائية (-Energie richtig-spare, 2009). تستهلك المنازل الألمانية على سبيل المثال 19٪ من التيار

الكهربائي في مجال الأضاءة في حين تستهلك بقية الأجهزة الكهربائية المتوفرة في المنزل بما فيها أجهزة التدفئة والتبريد والكومبيوتر وأجهزة المطبخ والأتصالات حوالي 81٪ من حجم الإستهلاك الكهربائي (Haus+Energie, 2008).

أما في مجال الطبخ فان كل الأجهزة سواءاً كانت أجهزة تبريد كالثلاجات والمجمدات أو أجهزة تسخين كالطباخات والغلايات هي أجهزة تستهلك الطاقة وتحولها من شكل الى شكل أخر. إن إتباع بعض الإجراءات البسيطة في المطبخ مثل إستخدام قدور الضغط التي تحتاج ربع الطاقة التي تحتاجها القدور العادية في طبخ الطعام ووضع غطاء القدر أثناء الطبخ وتقليل كمية المياه المستخدمة في غلي الطعام والإستفادة من بخار الماء في طبخ الغذاء وتبريد الأطعمة الساخنة قبل وضعها في الثلاجة وتنظيم درجة حرارة الثلاجة على درجة سبعة مئوية وليس أقل من ذلك إضافةً لوضع الثلاجة والمجمدة في أماكن باردة وبعيدة عن الطباخ والأماكن المشمسة. هذه الإجراءات البسيطة وغير المكلفة بل والمربحة للمستهلك يمكن لها ان تقلل كميات الطاقة المستهلكة والناتجة عن حرق الوقود الإحفوري وبالتالي تقلل من إنتاج غاز ثنائي أوكسيد الكربون (Energie-richtig-spare, 2009).

وفي مجال الغسل والكوي المنزلي يمكن لنا الإقتصاد بالطاقة عن طريق تجنب غسل الملابس بالمياه المغلية والساخنة والإكتفاء بالمياه الدافئة وذلك لأن المنظفات المصنعة حديثاً قادرة على إزالة جميع الأوساخ من الملابس دون الحاجة إلى تسخينها وعدم كوي الملابس وهي مبللة بالماء لأن هذه العملية تستهلك الكثير من الطاقة الحرارية في تجفيف الملابس وتبخير المياه الموجودة فيها (Energie-richtig-spare, 2009).

تستهلك المنازل والبنايات العامة كميات كبيرة من الوقود في مجال التدفئة وخصوصاً في مواسم الشتاء والخريف ويمكن اتباع الإجراءات التالية من أجل تقليل إستهلاك الطاقة مثل تقليل او اطفاء اجهزة التدفئة ليلاً بعد الساعة العاشرة والإكتفاء بالغطاء اثناء النوم وغلق واطفاء الدفايات او أجهزة التدفئة المركزية بالبيوت اثناء مغادرة البيت والذهاب للعمل واثناء الإجازات القصيرة والطويلة والإكتفاء بتدفئة

الغرف التي يتجمع بها افراد الأسرة وعدم تدفئة الغرف غير المأهولة. بينما يمكن توفير الطاقة في مجال الإستحمام باتباع إجراءات مثل الاقتصاد في إستهلاك المياه الساخنة اثناء الإستحمام والإعتماد على الخلايا الشمسية Solar Energy كمصدر للطاقة في تسخين المياه للإستحمام والتدفئة في البيوت بدل حرق الوقود الإحفوري. غزت البيوت والمباني الحكومية والخاصة الأجهزة الكهربائية مثل التلفزيون والراديو والكومبيوتر والفيديو والطابعات وغيرها من الأجهزة الكهربائية وهي تستهلك نسبة عالية من الطاقة والوقود في هذه المنازل والمباني. ومن أجل تقليل إستهلاك الطاقة يجب إطفاء هذه الاجهزة مباشرةً بعد الإنتهاء من الحاجة لها ونزع هذه الاجهزة من نقاط الكهرباء وعدم تركها في حالة تستهلك بها الطاقة الكهربائية (Standby) وإستخدام برامج مثل برنامج Power-Management في أجهزة الكومبيوتر في البيوت والبنايات الحكومية والعامة وهذا البرنامج كفيل بتقليل إستهلاك الطاقة في أجهزة الكومبيوتر أوتوماتيكياً بعد الإنتهاء من إستخدامها وهذه الطريقة متبعة حالياً في الكثير من الدول المتطورة (Energie/richtig/sparen, 2009).

2- التوفير في إستهلاك الطاقة في وسائط النقل:

تطلق وسائط النقل المختلفة مثل السيارات والشاحنات والقطارات والطائرات والسفن 30% من مجمل كميات غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنطلقة إلى الغلاف الجوي وهي نسبة عالية جداً. يؤدي ذلك ليس فقط الى زيادة تركيزات هذا الغاز وإنما إلى تلوث الهواء بمختلف الغازات الضارة والغبار خصوصاً في المدن الكبيرة المزدحمة بوسائط النقل ويسبب مختلف الأمراض للسكان ومنها أمراض الجهاز التنفسي (Tanaka, 2007). تقدر عدد وسائط النقل عالمياً بمئات الملايين وكل عام تنتج شركات صناعة السيارات العالمية ملايين من السيارات والشاحنات وهذا ما يفاقم المشكلة ويجعل إمكانيات إيجاد الحلول أصعب. في الدول الصناعية العظمى ترتفع نسبة عدد السيارات الى عدد السكان عن دول العالم الثالث وذلك بسبب ارتفاع المستوى المعيشي في هذه البلدان (جدول 26).

جدول 26. عدد السيارات لكل ألف مواطن في عدد من الدول (Welt-in-zahle, 2009).

الدولة	عدد السيارات لكل الف مواطن
الولايات المتحدة الأمريكية	584.61
المانيا	561.19
غواتيمالا	50.36
البيرو	32.98
كينيا	9.13
مالي	3.12
الصومال	1.39
بنغلاديش	0.61

من الإجراءات المهمة التي يمكن إتخاذها لتقليل إحتراق الوقود وبالتالي تقليل كميات الغازات المنطلقة للغلاف الجوي ومنها غاز ثنائي أوكسيد الكربون بأعتباره من النواتج الأساسية لعملية الإحتراق الداخلي في محركات السيارات ما يأتي (دنجر، 2009):

1. تصغير حجم وقوة المحرك للسيارات الشخصية (الخاصة) وتخفيف وزنها وذلك لانه كلما زاد حجم المحرك والقوة الحصانية زاد إستهلاك الوقود داخل المحرك.
2. تشجيع المواطنين على إستخدام وسائط النقل العامة مثل الباصات والقطارات بدلاً عن إستخدام السيارات الشخصية بالتنقل داخل المدن وحتى بالسفر من مدينة إلى اخرى. وهنا تلعب الإجراءات الحكومية في دعم أسعار النقل دوراً اساسياً في تشجيع المواطنين على إستخدام وسائط النقل العامة.
3. تغيير نوعية الوقود أو مصادر الطاقة في المحرك من الديزل إلى البنزين إلى الغاز الطبيعي وأخيراً إلى الطاقة الكهربائية يؤدي الى تقليل حجم ونوعية الغازات

المنطلقة الى الغلاف الجوي (جدول 27). تعمل الآن الكثير من شركات صناعة السيارات على إنتاج سيارات حديثة تعتمد على الغاز الطبيعي أو الكهرباء بدل الديزل والبنزين في محركاتها والمشكلة الوحيدة التي تواجه هذه الأنواع من السيارات هو قلة عدد محطات تزويدها بالطاقة. بلغ عدد محطات تزويد السيارات بالغاز الطبيعي حوالي ألف محطة في عموم المانيا عام 2009.

جدول 27. الفائدة الأقتصادية والبيئية من إستخدام الغاز الطبيعي كوقود في وسائط النقل (Haus + Energie, 2008).

نوع الوقود	كمية الطاقة (كيلو-واط/ساعة)	كمية الوقود لكل 100 كم
لتر من البنزين	8.60	8.01 لتر
لتر من الديزل	9.84	6.01 لتر
كيلو غرام من الغاز الطبيعي	13.40	5.9 كغم

يعد إستخدام الغاز الطبيعي كوقود في وسائط النقل المختلفة أقل تكلفة إقتصادياً وأقل ضرراً على البيئة من الديزل والبنزين كما وان المسافة التي تقطعها واسطة النقل التي تستهلك الكيلوغرام الواحد من الغاز الطبيعي أطول بكثير من واسطة النقل التي تستهلك لتر من البنزين او الديزل. كما وان كمية غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنطلقة من وقود الغاز أقل بكثير من مثيلها من البنزين. تطلق واسطة النقل التي تستهلك البنزين 169.0 غرام من هذا الغاز للكيلومتر الواحد بينما تطلق واسطة النقل التي تستهلك الغاز الطبيعي 131.6 غرام من نفس الغاز في الكيلو متر الواحد. تستهلك واسطة النقل التي تستهلك البنزين حوالي 8 لتر عند قطعها مسافة 100 كيلومتر في حين تتمكن نفس واسطة النقل من قطع حوالي ضعف المسافة أذا حولت محركاتها لإستهلاك الغاز الطبيعي كوقود. أبدت الكثير من البلدان ومنها الدول النامية والفقيرة إهتماماً كبيراً في بوسائط النقل التي تستهلك الغاز الطبيعي لأسباب إقتصادية وبيئية أهمها رخص ثمن الغاز الطبيعي مقارنةً بالبنزين والديزل (جدول 28) (Haus + Energie, 2008).

جدول 28. أعداد وسائط النقل التي تستهلك الغاز الطبيعي في بعض البلـدان (Haus + Energie, 2008).

الدولة	عدد وسائط النقل
الأرجنتين	1698700
باكستان	1650000
البرازيل	1532800
الهند	821800
أيران	730000
أيطاليا	500000
كولومبيا	251000
الصين	200800
الولايات المتحدة	100000
روسيا	95000
مصر	81400
المانيا	64500
فنزويلا	44000
السويد	14500
فرنسا	10000
سويسرا	5800

1. إستبدال السيارات القديمة بأخرى حديثة للتقليل من استهلاك الوقود الإحفوري لأن المحركات القديمة تستهلك كميات أكبر من الوقود قياساً بالمحركات الجديدة.
2. تحديد السرعة اثناء قيادة السيارات سواءاً كان ذلك داخل المدن أو في الطرق الخارجية السريعة وذلك لأن زيادة السرعة تزيد من إستهلاك وحرق الوقود داخل المحرك.
3. تقوم بعض المدن الكبيرة مثل لندن وبرلين بإجراءات للتقليل من دخول السيارات إلى مركز المدينة عن طريق إجبار سائقي السيارات على دفع مبلغ معين عند دخولهم بسياراتهم الى مركز المدينة. كما وتقوم بعض المدن بتحديد بعض الأيام لتكون أيام لا يسمح بها بإستخدام السيارات داخل المدن (Car free day). وتشجع بعض الدول مثل هولندا سكانها على إستخدام الدراجات الهوائية بدلاً عن السيارات داخل المدن عن طريق انشاء طرق خاصة لراكبي الدراجات.

المعالجات بعيدة الأمد:

1 إيقاف عمليات حرق وقطع أشجار الغابات الإستوائية والإهتمام بالتشجير

يعد حرق وقطع الأشجار المعمرة في الغابات الإستوائية وتحويلها الى أراضي رعوية كما هو حاصل في غابات الأمازون في أميركا الجنوبية وغابات جنوب شرق أسيا حيث تحولت أجزاء كبيرة من هذه الغابات إلى مراعي للأغنام والأبقار من أهم الأخطار التي يجب الإنتباه لها. يطلق على الغابات الإستوائية بـ"رئة كوكب الارض" لانها تمتص كميات كبيرة من غاز ثنائي اوكسيد الكربون المنطلقة إلى الغلاف الجوي وتخلص كوكبنا من ملايين الأطنان من هذا الغاز سنوياً. إن الحاجة المتصاعدة لإستهلاك اللحول لإطعام المليارات من البشر والحاجة المتزايدة لإستهلاك الأخشاب في عمليات البناء والتصنيع دفعت الكثير من الدول إلى السماح للشركات المتعددة الجنسية للقيام بمشاريع كبيرة في مناطق الغابات الإستوائية أدت الى تحويل اجزاء كبيرة وشاسعة منها الى أراضي رعوية وزراعية. إن الحاجة لإطعام مليارات من البشر

دفعت الشركات العالمية المصنعة للأغذية إلى زيادة إستثماراتها في قطاع الإنتاج الحيواني مما زاد في عدد المواشي والأبقار (Bauer, 2007). يكون قطاع المواشي مسؤولاً عن 9٪ من إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون و 37٪ من إنبعاثات غاز الميثان و 65٪ من إنبعاثات غاز أوكسيد النتروز الناتجة عن الأنشطة ذات الصلة بالإنسان. من أهم المعالجات التي يجب القيام بها على المستوى القريب والبعيد هي إيقاف عمليات قطع و حرق الغابات الإستوائية من أجل الحصول على المراعي وزيادة الإهتمام بالتخطيط المدروس لزيادة غرس الأشجار والتشجير في الكثير من مناطق العالم (جدول 29) (World Wide Fund for Nature, 2005).

جدول 29. حرائق الغابات في بعض المناطق والدول (World Wide Fund for Nature, 2005).

الدولة	الأعوام	مساحة الغابات المحروقة (هكتار)
البرازيل	1998-1997	5،500،000
اندونيسيا	1983-1982 1998-1997	5،000،000 9،660،000
روسيا	2002 2003 2004	11،720،000 14،470،000 5،930،000
الولايات المتحدة الأمريكية	2002 2003 2004	2،810،000 1،990،000 2،750،000
إسبانيا	2002 2003	86,427 149,224
إيطاليا	2002	40,768

	2003	91,803
البرتغال	2002 2003	123,910 421,835
فرنسا	2002 2003	20,850 74,000

فقدت الغابات الإستوائية في أندونيسيا خلال القرن الماضي عشرات الملايين من الهكتارات بسبب حرائق الغابات أو تحويل الغابات الإستوائية إلى مزارع لانتاج الزيوت النباتية ومراعي للأغنام والأبقار. إنخفظ إجمالي مساحة الغابات من 162 مليون هكتارمربع عام 1950م إلى حوالي 98 مليون هكتارمربع حالياً وهذا يعني إن اندونيسيا قد فقدت حوالي ثلث مساحة غاباتها الإستوائية (Glastra, 2002).

ان تحويل الغابات والغابات الإستوائية بشكل خاص الى أراضي رعوية يزيد من تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي وذلك لأن حرق الاراضي الزراعية والغابات وإستهلاك الأخشاب في الصناعة أو كوقود يطلق ويحرر غاز CO_2 بينما تؤدي عملية الحفاظ على الغابات وتشجير مناطق إضافية في العالم الى تقليل نسب هذا الغاز بسبب إستهلاك الغابات للغاز المنطلق من الصناعة والنشاطات البشرية الأخرى بعملية التركيب الضوئي. يلعب غاز ثنائي أوكسيد الكربون دوراً مزدوجاً في تاثيره على الغطاء النباتي أذ تعتبر زيادة تركيزاته مهمة جداً في زيادة نمو الغطاء النباتي وتوسع انتشار الغابات في حين تؤدي هذه الزيادة أيضاً الى رفع درجات الحرارة وارتفاعاً ملحوظاً في نسب تبخر المياه التي تؤدي إلى الجفاف ومن ثم إلى تقلص في مساحات الأراضي الزراعية والمكسوة بالأشجار كما حصل في الغابات الإستوائية في كل من اميركا الجنوبية وأفريقيا وجنوب شرق أسيا (Cramer, 1999). يؤدي حرق الغابات الإستوائية إلى تقليص الغطاء النباتي وزيادة معدلات غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي والقضاء على التنوع الأحيائي النباتي والحيواني في المنطقة المحروقة وخسارة مورد إقتصادي وبيئي مهم في الكثير من المناطق عالمياً وإلى تفشي أمراض الجهاز التنفسي بين السكان نتيجة إنتشار الدخان إلى مناطق بعيدة ناهيك عن حالات التسمم التي يصاب بها الكثير من السكان نتيجة إستنشاق كميات

كبيرة من الأبخرة الضارة (World Wide Fund for Nature, 2005). تعد الكثير من مناطق العالم مثل أوربا و أميركا الجنوبية والشمالية وجنوب شرق أسيا وبعض مناطق أفريقيا الأستوائية مناطق غنية بالغابات يقع على المجتمع الدولي مهمة حمايتها والمحافظة عليها (جدول 30).

جدول 30. مساحة غابات العالم (طاحون، 2007).

الأقطار والقارات	المساحة (مليون هكتار)			كثافة الغابات (٪)
	المساحة الكلية	الغابات الكثيفة	الغابات المغطاة جزئياً	
الإتحاد السوفيتي السابق	2144	916	769	36
اوربا	471	144	138	35
أميركا الشمالية	1875	750	710	38
أميركا الجنوبية	2032	966	794	39
أسيا	2700	550	519	19
أفريقيا	2790	710	700	24
أستراليا و الأقيانوس	842	96	92	11
جميع العالم	12854	4132	3722	29

إن الإهتمام بزيادة عمليات التشجير داخل وخارج المدن لا يؤدي فقط إلى تقليل نسب الغازات الملوثة للهواء في أجواء المدن بل يتعدى ذلك إلى تحسين وتلطيف حالة الطقس والمناخ في هذه المدن كما ويؤدي ايضاً إلى تحسن بالحالة النفسية للسكان (Ott, 2007).

تحافظ الدول المتقدمة على غاباتها وثروتها من الأخشاب عن طريق قطع الأشجار المريضة اولاً وتعويض الأشجار المقطوعة بتشجير مساحات إضافية من الأراضي. كما وتحافظ هذه البلدان على غاباتها عن طريق المراقبة المستمرة لهذه الغابات من أجل المحافظة عليها وإدامتها (Ott, 2007). في المناطق ذات الأجواء الصحراوية وشبه الصحراوية مثل المنطقة العربية تؤدي عملية التشجير ليس فقط الى تقليل تركيزات غاز CO_2 في الهواء وإنما ايضاً إلى حماية هذه المناطق من العواصف الترابية التي تصيب هذه المناطق في بعض المواسم. إن تسوير مدن مثل بغداد او الكويت بحزام أخضر من الأشجار يمنع زحف الرمال عليها ويقلل من نسب الأتربة والغبار الموجودة في الهواء مما يقلل من الإصابة بامراض الجهاز التنفسي والربو (جاسم، 2009).

2. التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة والمستدامة

شهدت العقود الأربعة المنصرمة إهتماماً متزايداً من قبل المؤسسات الدولية والحكومات والمجتمعات المختلفة في العالم بموضوعات البيئة ومكوناتها وبضمنها قضايا الطاقة وإستمرارية توفرها والمصادر الرخيصة منها والبدائل الصديقة للبيئة. وقد شهدت تلك الفترة أزمات متعددة بالطاقة بين الدول المنتجة والمستهلكة للنفط منها على سبيل المثال لا الحصر تلك الأزمة التي نشبت بين الدول العربية والغرب الصناعي أبان حرب تشرين عام 1973 بين العرب وإسرائيل حيث إستخدمت الدول العربية لأول مرة النفط كسلاح ضد الدول الغربية مما قاد إلى شل أجزاء كبيرة من النشاط الإقتصادي والصناعي في كثير من البلدان الصناعية نتيجة عدم توفر الوقود. نتيجة لتلك الأزمة بدات الدول الغربية أنذاك بالتفكير وبشكل جدي بموضوعات الطاقة وكيفية توفيرها بالكميات المناسبة من أجل إستمرار العجلة الإقتصادية والصناعية بالدوران في هذه البلدان. وبما ان الوقود الإحفوري هو من مصادر الطاقة غير المتجددة وهو قابل للنفاذ والنضوب خصوصاً بعد الزيادة الحاصلة في إنتاجه وإستهلاكه. توجهت الكثير من البلدان بالتحول إلى مصادر الطاقة المتجددة

والمستدامة بغية تقليل الإعتماد على النفط مستقبلاً وإستغلال مصادر الطاقة النظيفة والصديقة للبيئة (El Bassam, 2008).

تمتاز مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والطاقة الكهرومائية والرياح والطاقة الجيو حرارية والطاقة الحيوية بانها مصادر طاقة أزلية وغير ملوثة للبيئة عكس الوقود الإحفوري الذي يسبب تلوث الهواء والماء والتربة ويزيد من تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي. تمكنت الكثيرمن البلدان في السنوات الأخيرة من زيادة نسبة الطاقة المنتجة عن طريق مصادر الطاقة المتجددة إلى مجموع الطاقة المنتجة في محاولة منها للتقليل من إنبعاثات غازات الدفيئة الى الغلاف الجوي. ففي المانيا مثلاً إرتفعت هذه النسبة من 4.4 عام 1997 إلى 14.2 ٪ عام 2007 وهذا ما أدى إلى التقليل في إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون (Wikipedia, 2009).

من جانب أخر يؤدي إستبدال انواع من الوقود الإحفوري بانواع أخرى الى التقليل من إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون. أن إنتاج كيلو-واط واحد من الطاقة عن طريق إستهلاك الغاز الطبيعي يؤدي إلى تحرير 201 غرام من غاز ثنائي أوكسيد الكربون بينما يؤدي إنتاج كيلو-واط واحد من الطاقة بإستخدام الفحم الحجري إلى تحرير حوالي 373 غرام من نفس الغاز. إن الإعتماد على الغاز الطبيعي كمصدر لانتاج الطاقة في حالة عدم توفر مصادر الطاقة المتجددة يؤدي الى التقليل من الإنبعاثات الغازية مقارنةً بأنواع الوقود الإحفوري الأخرة كالنفط والفحم الحجري (Haus+Energie, 2008).

3. عزل (إحتجاز) وتخزين غاز ثنائي أوكسيد الكربون CCS-Processes (Carbon Dioxide Capture and Storage)

إن طريقة عزل وتخزين غاز ثنائي أوكسيد الكربون هي تكنولوجيا حديثة ما تزال تحت التجريب والدراسة يراد بها تقليل كميات غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنطلقة للغلاف الجوي وبالتالي إيقاف أو تحجيم تفاقم ظاهرة الإحتباس الحراري وما يرافقها من تغير في مناخ كوكب الأرض. تطبق هذه التكنولوجيا في الأماكن التي

يكون بها إنتاج غاز ثنائي أوكسيد الكربون بكميات كبيرة مثل محطات توليد الطاقة الكهربائية ومنشات إستخراج وتكرير البترول ومصانع الحديد والأسمنت وهي مواقع ثابتة تسهل بها عملية إحتجاز الغاز، بينما يصعب ذلك في حالة وسائط النقل والسيارات. تستهلك محطات توليد الطاقة الكهربائية عادةً كميات كبيرة من الغاز الطبيعي والفحم الحجري وتستخدم الحرارة العالية الناتجة عن إحتراق هذه الأنواع من الوقود في تبخير الماء بغية تدوير التوربينات والتي بدورها تدير المولدات الكهربائية. يحترق الغاز الطبيعي والفحم الحجري بإعتبارهما مركبات هايدروكربونية بوجود الهواء او الأوكسجين وتحرر غاز ثنائي اوكسيد الكربون. يحتوي الدخان المنطلق من محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تستهلك الفحم الحجري على 15٪ من غاز ثنائي أوكسيد الكربون أما في المحطات التي تستهلك الغاز الطبيعي فان النسبة تقارب 5٪ (Wikipedia, 2009).

نتيجة لإرتفاع أسعار البترول التي حصلت عام 2008 والصعوبات التي واجهت الدول الغربية في الحصول على إحتياجاتها من الغاز الطبيعي الروسي بعد الأزمة الأخيرة بين روسيا واوكرانيا ووجود كميات وإحتياطي أكبر من الفحم عالمياً توجهت الكثير من الدول مثل المانيا وإنكلترا والصين والولايات المتحدة الأمريكية والهند الى إعادت محطاتها المتوقفة للعمل او بناء محطات توليد للطاقة الكهربائية جديدة تعمل بالفحم (جاسم، 2008).

تشمل عملية إحتجاز غاز ثنائي اوكسيد الكربون وخزنه على عدد من الخطوات:

1. فصل غاز ثنائي أوكسد الكربون عن الغاز الطبيعي حيث يحتوي الغاز الطبيعي على نسبة 5-10 ٪ من غاز ثنائي أوكسيد الكربون والمتبقي عبارة عن خليط من غاز الميثان والإيثان والبروبان.
2. زيادة تركيز الغازالمنطلق من محطات توليد الطاقة عن طريق حرق الوقود سواءاً كان الوقود المستخدم غازاً طبيعياً أو فحم بوجود الأوكسجين لأن تفاعل الوقود الإحفوري مع الأوكسجين مباشرةً (بمعزل عن الهواء الذي يحتوي على نسبة

عالية من غاز النتروجين) يؤدي الى تركيز وزيادة في كميات غاز ثنائي اوكسيد الكربون مما يسهل عملية إحتجازه ونقله وخزنه (Wikipedia, 2009).

3. غسل الغاز المنطلق بمحلول الكاربونات او الأمونيا بعملية تدعى PCC (Post-Combostion-Capture) حيث يذوب غاز ثنائي اوكسيد الكربون في هذا المحلول مما يؤدي بعد تسخينه وإنفصال الغاز عنه إلى الحصول على نسبة مركزة وعالية من غاز ثنائي أوكسيد الكربون. بعد تبخير غاز ثنائي اوكسيد الكربون يعاد استخدام محلولي الكاربونات أو الأمونيا مجدداً في عمليات الغسل.

4. تجميع الغاز ونقله ثم خزنه في مستودعات آمنة داخل الأرض مثل آبار النفط المستنفذة والناضبة وآبار الغاز الطبيعي وخزانات المياه الجوفية المالحة أو طبقات الفحم الحجري الموجودة تحت الارض. يستعمل غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الإستخلاص المعزز للنفط حيث يتم ضخ الغاز عن طريق بئر حقن لزيادة قوة الدفع على النفط بغية دفعه بإتجاه بئر الإنتاج (Wikipedia, 2009).

تستعمل هذه التقنيات حالياً في النرويج في حقل سليبنر Slibner الغازي والمملوك لشركة Statoil في بحر الشمال حيث يحتوي الغاز الطبيعي المستخرج من الحقل على نسبة 9٪ من غاز ثنائي أوكسيد الكربون تقوم الشركة بفصله وخزنه في خزانات المياه الجوفية المالحة تحت الارض على عمق 800 مترتحت مياه البحر. كذلك تستخدم الشركة النفطية الكندية اينكانا Encana في حقل ويبورن النفطي بالقرب من مدينة ريجينا Regina غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الاستخلاص المعزز للنفط بعد ان قلت كمية النفط الموجودة في الحقل (Wikipedia, 2009).

تقوم شركة ري في بولاية الراين الشمالي ويستفاليا لإنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام محلول غسيل بغية تنقية الدخان والحاوي على نسبة عالية من غاز ثنائي أوكسيد الكربون قبل إطلاقه إلى الهواء وهي تقنية تساهم في تقليل نسب الغاز في الهواء (الخطيب، 2007).

تواجه هذه التقنيات مجموعة من المشاكل يعكف العلماء والمهتمين على إيجاد حلول ناجعة لها مثل زيادة التكلفة والمصاريف الناتجة عن إستخلاص غاز ثنائي

اوكسيد الكربون من نواتج عمليات الإحتراق وضعف كفائة محطات توليد الطاقة الكهربائية نتيجة استخدام هذه التقنيات ومخاطر تسرب غاز ثنائي اوكسيد الكربون من الخزانات تحت الأرض مما يؤدي الى إعادته مرة ثانية للغلاف الجوي (الخطيب، 2007).

هناك أبحاث لازالت قيد الدراسة تهدف إلى تقليل مستويات تركيز غاز ثنائي أوكسيد الكربون على المستوى البعيد منها ما يقوم به معهد الفريد- فيجنر (Alfred-Vagner) للأبحاث القطبية والبحرية في مدينة بريمرهافن (Bremerhaven) في الشمال الألماني حيث يقوم 49 عالماً المانياً على ظهر سفينة الأبحاث بولار شتيرن Polar Stern يقودهم الباحث Smitancik بتنمية أنواع من الطحالب البحرية التي تستهلك غاز ثنائي اوكسيد الكربون. تتمثل التجربة التي أجريت أول مرة عام 2000 في جنوب المحيط الأطلسي بتسميد مياه المحيط بمادة سلفات الحديد بهدف تنمية العوالق. وجد العلماء من خلال التجربة ان العوالق تستهلك غاز ثنائي أوكسيد الكربون الموجود في مياه المحيط والذي يجري تعويضه من خلال كمياته الموجودة في الغلاف الجوي للارض (الخطيب، 2004).

4. تقليل معدلات النمو السكاني عالمياً

إن زيادة النمو السكاني عالمياً وبشكل خاص في البلدان النامية والفقيرة يعتبر من أهم وأخطر المشاكل التي تواجه البشرية في عصرنا الحالي. يبلغ عدد سكان كوكب الأرض أكثر من ستة ملايين ويتوقع أن يزداد هذا العدد خلال السنوات القليلة القادمة. تعتبر الصين والهند وهما من الدول النامية من أكبر دول العالم من حيث عدد السكان إذ يبلغ عدد سكان هاتين الدولتين حوالي نصف عدد سكان العالم. إرتفعت نسبة إنبعاثات الصين من غاز ثنائي أوكسيد الكربون عالمياً من 10٪ الى 14.5٪ اما الهند فقد إرتفعت إنبعاثاتها لنفس الفترة من 4.1٪ الى 5.1٪ (WRI, 2007). تعاني الكثير من الدول مثل مصر وبنغلاديش والبرازيل من تزايد عدد السكان وتؤدي الزيادة غير المخطط لها لعدد السكان الى مشاكل بيئية واقتصادية وخدمية كبيرة تعجز الكثير من البلدان النامية والفقيرة في أيجاد حلول مناسبة لها.

يتوقع أن يزداد عدد سكان الكرة بمعدلات مخيفة خلال القرن الحالي إذا بقيت معدلات النمو السكاني في تصاعد مستمر (جدول 31).

جدول 31. تنامي عدد سكان كوكب الأرض (Politik und Unterricht, 2008).

الزيادة في عدد السكان	الفترة الزمنية
81,267,634	سنوياً
6,772,303	شهرياً
1,562,839	أسبوعياً
222,651	يومياً
9,277	في الساعة الواحدة
155	في الدقيقة الواحدة
2.6	في الثانية الواحدة

يتضح من جدول 31 أن الكرة الأرضية تزداد حوالي 81 مليون شخص سنوياً وهو رقم مقارب لعدد سكان دولة مثل ألمانيا او مصر. تتركز هذه الزيادات في عدد السكان في البلدان النامية والفقيرة في حين تعاني الدول الأوربية من تناقص واضح في عدد السكان يعوض سنوياً عن طريق وفود الاف من المهاجرين الى أوربا. تمتاز الأسرة الاوربية بقلة عدد المواليد إذ لا يتجاوز عدد أفراد الأسرة الواحدة اربعة أشخاص الا ما ندر في حين يبلغ معدل عدد أفراد الأسرة في بعض البلدان كمصر والعراق ستة أفراد. يحتاج السكان الى توفير الخدمات كالتعليم والصحة والعمل والطاقة والغذاء والمياه ويؤدي تزايد عدد السكان الى تزايد المشاكل البيئية في الكثير من البلدان وبشكل خاص البلدان الفقيرة منها. كما ويؤدي التزايد غير المنظم لعدد السكان في الكثير من البلدان الى التاثير السلبي على خطط التنمية المستدامة ويزيد من معدلات الفقر بين السكان من جهة أخرى يؤدي تضاعف عدد السكان الى تناقص عدد وانواع الأحياء البرية بسبب المنافسة الشديدة للبشر لهذه الأحياء النباتية

والحيوانية على الموارد الطبيعية وأماكن المعيشة (Dierßen, 2008). من المشاكل الكبيرة التي تواجه البشرية في الوقت الحالي مشكلة تنامي وتضاعف عدد سكان كوكب الأرض ويسبب هذا التزايد ارتفاعاً ملحوظا في إستهلاك مصادر الطاقة وبشكل خاص الوقود الأحفوري بكل أشكاله مما يؤدي الى إنبعاث كميات أكبر من الغازات الملوثة للهواء والمسببة لظاهرة الإحتباس الحراري. تعد الصين والهند من أكثر الدول إنتاجاً لغاز ثنائي أوكسيد الكربون والسبب يعود للزيادة الكبيرة لعدد السكان في هذين البلدين (IPCC, 2007).

الإستنتاجات والتوصيات:

1. إن ظاهرة الإحتباس الحراري هي حقيقة علمية تستند إلى معطيات مبنية على أبحاث علمية وبيانات وإحصائيات موثقة. تثبت هذه البيانات والإحصائيات الموثقة حجم التغيير والزيادة التي طرات على معدلات تركيزات غازات الإحتباس الحراري، كذلك تبين من خلال الأرقام معدلات إرتفاع درجات حرارة كوكب الأرض منذ بداية الثورة الصناعية ولحد يومنا هذا. إن تاثيرات هذه الظاهرة لازال مستمراً ومن المتوقع ان يزداد بشكل أكبر في المستقبل.
2. إن غازات الإحتباس الحراري المتمثلة بثنائي أوكسيد الكربون وبخار الماء والميثان وثنائي أوكسيد النتروز وثلاثي فلوريد النتروجين ناتجة عن نشاطات الإنسان خصوصاً ما يتعلق منها عند حرق الوقود الحجري. فضلاً عن النشاطات الأخرى الزراعية وقطع الأشجار والزيادة المتسارعة في سكان الأرض. إن هذه الغازات مسؤولة عن الإحترار الكوني الذي يعاني منه كوكب الأرض حالياً ولم تكن هذه الظاهرة معروفة قبل الثورة الصناعية.
3. إن ظاهرة الإحترار الكوني سببت التغير المناخي والتطرف المناخي على كوكب الأرض والذي قاد الى الكثير من الكوارث المناخية التي حصلت في العقود الأخيرة وتأثر بها سكان المناطق الجافة وشبه الجافة بالدرجة الرئيسة.
4. تقع على الدول الصناعية الكبرى باعتبارها المسبب الرئيسي لظاهرة التغير المناخي مسؤولية إيجاد حلول مناسبة وسريعة لهذا التغير المناخي من خلال تقليل

إنبعاثات غازات الإحتباس الحراري ودعم الإجراءات والبرامج التي تهدف الى الإهتمام بمصادر الطاقة المتجددة كبديل مهم للوقود الحجري.

5. إن التغير في شدة الأشعة الشمسية الواصلة الى كوكب الأرض نتيجة النشاط الشمسي أو الإختلاف في مدارات الأرض الذي يراها فريق من العلماء بأنه السبب وراء التغير المناخي يكون هذا العامل مؤثراً على مدى زمني طويل يصل الى عشرات أو مئات الألوف من السنوات.

المراجع:

1. إبراهيم، امين (2006). ماهو مستقبل العلاقة بين الانسان والبيئة، البيئة والحياة، العدد 5، حزيران 2006.

2. إسماعيل، محمود (2006). حماية طبقة الأوزون، مجلة البيئة والحياة، العدد 4، أيار 2006.

3. التميمي، كامل (2004). مباديء التلوث البيئي ص 183، الاهلية للنشر والتوزيع، عمان.

4. الحناوي، عصام (2004). قضايا البيئه في مئه سؤال وجواب ص72،74،76.178 ، المنشورات التقنيه، البيئه والتنميه، الطبعه الاولى، بيروت.

5. الخطيب، ماجد (2004). تجربة المانيا لتقليل غاز ثاني اوكسيد الكربون في مياه البحار باستخدام الطحالب، الشرق الاوسط، العدد9194، 30 يناير2004.

6. الربيعي، حسين (2006). محطة تحلية شمسية متكاملة بالشبكة الكهربائية وذات إنتاج مشترك لمياه التحلية، المؤتمر الدولي للطاقة المتجددة والبيئة، ليبيا، طرابلس، 22 يناير 2006.

7. الشربيني، احمد (2007). هل تكف المحيطات عن إمتصاص غاز ثنائي اوكسيد الكربون، مجلة العربي العدد584، ص155،الكويت.

8. الصطوف، عبد الاله (2006). التلوث البيئي ازمه العصرص 68،69،82، دار الزهور للنشر والتوزيع، سوريا.

9. العمر، مثنى (2008). الإحتباس الحراري، النور- مركز إعلامي ثقافي فني مستقل، 5-6- .2008

10. الكحل، عبد الله (2004). الأراضي والمياه في الوطن العربي، الجزيرة نت، 3-10-2004. aljazeera.net/NR/exeres/72EB743E-421D-42C3-878F-8FB4052A624

11. المدني، محمود (). تاثير تغير المناخ على البلدان العربية ص1-10، مركز حابي للحقوق البيئية hcer.org/ar/node/421.

12. المقدادي، كاظم (2006). أساسيات علم البيئة الحديث ص26.18، الأكاديمية العربية المفتوحة في الدنمارك، كوبنهاغن.

13. الناصر، وهيب (2009). طاقة الشمس والرياح:خيارات ممتازة لمزيج الطاقة في دول الخليج العربي، المصاد المستقبلية للطاقة في الخليج العربي، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية.

14. اليوسفي، باسل (2007). أستغلال الطاقة المتجددة في المنطقة العربية، البيئة والتنمية، العدد108، ذار2007.

15. بان كي مون (2008). الأحترار ألعالمي يؤثر فينا جميعاً غير ان تاثيره فينا يتباين، ألمركز الدولي لدراسات أميركا والغرب، 5-8-2008.

16. تريب، فرانز (2009). تقويم إمكانية تنويع مصادر الطاقة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربي، المصاد المستقبلية للطاقة في الخليج العربي، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية.

17. دلجر، إبراهيم (2009). إدخال الطاقة المتجددة في النقل، المصاد المستقبلية للطاقة في الخليج العربي، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية.

18. جاسم، صباح (2008). مستقبل الفحم بين الجدوى الاقتصادية وخطورة تغيرات المناخ، شبكة النبا المعلوماتية.

19. جاسم، صباح (2009). جفاف وتصحر وتلوث بيئي غير مسبق، شبكة النبا المعلوماتية.

20. جمعة، عمر (2006). تلوث البيئة ومخاطره على طبقة الأوزون، البيئة والحياة، العدد 6، تموز 2006.

21. حداد، راغدة (2008). الجليد حقاً يذوب، مجلة البيئة والتنمية ، العدد 126.

22. حنــــوش، علــــي (2004). البيئـــة العراقيـــة المشـــكلات والافـــاق، ص7،8،9،10،11،29،30، وزارة البيئة العراقية.

23. رمضان، عيسى (2009). تزايد العواصف الرعدية في الخليج سببها تغير المناخ العالمي، وكالة الانباء الكويتية كونا saudiyoon.com/news-action-show-id-5284.htm.

24. سفاريني، غازي (2002). اساسيات علم البيئه ص45،110 ، وائل للطباعه والنشر، عمان.

25. ســي ان ان (2006). الفيضـانات تتسـبب في مقتـل الألاف سـنوياً، علـوم وتكنولوجيا، طوكيو، 24-6-2006.

26. سعد، عماد (2008). مدينة مصدر الأنظف والأكثر تطوراً في العـالم، مرصـد البيئة العربية، 11-2-2008.

27. صالح، دياري (2007). الإنحباس الحـراري والـتغير المنـاخي، البيئـة والحيـاة، العدد 18، تموز 2007

28. صباريني، محمد (1979). البيئة ومشكلاتها ص46 ، سلسلة كتب عالم المعرفـة، الكويت.

29. طاحون، زكريا (2004). التلوث خطر واسع الإنتشار ص190، دار السـحاب للنشر والتوزيع، القاهرة.

30. طلبة، مصطفى (2008). مصير العالم من مصير البيئـة، المنتـدى العربـي للبيئـة والتنمية، جريدة الحياة.

31. عابد، عبـد القـادر (2002). اساسـيات علـم البيئـه ص164، وائـل للطباعـه والنشر، عمان.

32. علي، ماجد حسن (1006). الطاقة الجديدة والمتجـددة، البيئـة والحيـاة، العـدد 10، 2006.

33. كبـة، سـلام (2008). الميـاه في العـراق... الواقـع والمعالجـات ص 1-8 .babil-nl.org/b21x053sik.htm

34. منصور، خالد (2006). ألموت يهـدد نصـف مليـون جـائع بـألقرن ألأفريقـي، إسـلام أون لأيـن، 7-3- 2006 islamonline.net/Arabic/news/2006- .03/07/article09.shtml

35. موازيني، عبد الله. ألجفاف يضرب سوريا بقوة، أخبار ألبيئة ألعربية.

36. موسى، علـي (1996). التلـوث الجـوي ص25.1.10، دار الفكـر المعاصـر، بيروت.

37. وكالة رويترز للأنباء (2008). غاز مسبب للاحتباس الحراري اكثر شـيوعاً ممـا كان متصوراً، 24-10-2008.

38. التقرير الاقتصادي العربي الموحد، عدد سبتمبر- أيلول 2001.

39. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC، شباط 2007.

40. تقويم يونيب Unep لمابعد النزاع (2007). التدهور البيئـي يقـوض السـلام... السودان وحروب ألبيئة.

41. مركز انباء الامم المتحدة (2007). ألفيضانات والاعاصير تكبد أفريقيا خسـائر فادحة، 20-3-2007.

42. Hamburger Abendblatt (2006). klimawandel am Bodensee.

43. . Badran, O (2009). Renewable Energy-Prospects of Professionals, Arbeitskreis Afrikanisch-Asiatischer Akademikerinnen und Akademiker Tagung, Goettingen.

44. Bals, C (2007). Klimawandel und Ernährungssicherheit: Trend und zentrale Herausforderung, Brot für die Welt, Stuttgart.

45. Bauer, Stefan (2007). Nachholende Entwicklung und Klimawandel, Aus Politik und Zeitgeschichte 47 : 20-26.

46. Bauer, Stefan (2005). Umweltpolitische Herausforderung, Informationen zur Politischen Bildung 287 :9-16.

47. Becker, A. Grünewald, U (2003). Flood risk in central Europa, Science 300.
48. . BMU (2008). Bundesministerium für Umwelt,Ernerbare Energie in Zahlen nationale Und internationale Entwicklung.
49. Bodner, H (2009). Sehr wenig Wasser, Harzer Wochenspiegel Zeitung.
50. Bratzel, Stefan (2005). Mobilität und Verkehr, Informationen zur Politischen Bildund 2: 45-51.
51. Bund Klimaschutz (2007). Die grüne Lunge keucht-Baumsterben am Amazonas.
52. Bwe.de (2009). Bundesverband Windenergie, Die entwiklung der Windenergie in Deutschland.

المحتويات

تعد ظاهرة الاحترار الكوني من أكثر الظواهر إثارة للجدل في أوساط العلماء والباحثين والمهتمين بالبيئة وعامة الناس. وتعدى هذا الاهتمام أوساطاً أخرى حتى وصل إلى الهيئات الحكومية وغير الحكومية، وكذلك الهيئات الدولية. يعود السبب في ذلك إلى التأثيرات الخطيرة والمدمرة لهذه الظاهرة على كل من الإنسان وعناصر البيئة ولوحظ في الفترة الأخيرة اهتمام متزايد من قبل وسائل الإعلام المرئية والمسموعة والمقروءة بمظاهر التغير المناخي، باعتبارها قضية تشغل حيزاً كبيراً من اهتمام الرأي العام..





مركز الكتاب الأكاديمي
عمّان-وسط البلد-مجمع الفحيص التجاري
ص . ب : 11732 عمّان (1061) الأردن
تلفاكس: 96264619511+ موبايل: 962799048009+
الموقع الإلكتروني: www.abcpub.net
A.B.Center@hotmail.com / info@abcpub.net